

УДК 691.553

Халиуллин М.И. – кандидат технических наук, доцент

E-mail: khaliullin@kgasu.ru

Рахимов Р.З. – доктор технических наук, профессор

E-mail: rahimov@kgasu.ru

Гайфуллин А.Р. – кандидат технических наук, старший преподаватель

E-mail: gaifi@list.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зелёная, д. 1

Сухие строительные смеси на основе композиционных гипсовых вяжущих

Аннотация

Исследовано влияние полиэтиленоксидов различной молекулярной массы, а также некоторых воздухововлекающих добавок на основные физико-механические свойства штукатурных сухих смесей на основе водостойкого бесклинкерного композиционного гипсового вяжущего. Показана эффективность применения высокомолекулярного полиэтиленоксида в качестве водоудерживающей добавки, позволяющей получать растворные смеси с водоудерживающей способностью аналогичной смесям с применением зарубежных добавок аналогичного назначения при сохранении прочностных показателей растворов. Разработаны составы штукатурных гипсовых сухих смесей, отвечающие нормативным требованиям, а по водостойкости и технико-экономическим характеристикам показатели промышленно выпускаемых аналогов на основе гипсовых вяжущих.

Ключевые слова: композиционные гипсовые вяжущие, воздухововлекающие добавки, водоудерживающие добавки, высокомолекулярный полиэтиленоксид, керамзитовая пыль.

Введение

Гипсовые сухие строительные смеси находят широкое применение в строительстве благодаря целому ряду преимуществ по показателям технологических и физико-механических свойств, экологичности по сравнению с аналогичными смесями на основе других вяжущих веществ [1, 2].

Современные сухие штукатурные смеси на основе гипсовых вяжущих производятся с введением комплекса модифицирующих химических добавок: замедлителей твердения, пластифицирующих, водоудерживающих, воздухововлекающих, наномодификаторов на основе углерода [3, 4]. При производстве отечественных сухих строительных смесей в основном применяются зарубежные модифицирующие химические добавки [5, 6].

В ранее выполненных авторами настоящей статьи работах [7] были разработаны водостойкие бесклинкерные композиционные гипсоизвестковокерамзитшлаковые вяжущее (КГИКШВ). Водостойкость КГИКШВ позволяет получать на их основе строительные материалы для производства внутренних работ в помещениях с сухим, нормальным и влажным режимом по СНиП 23-02-2003, а также для наружных работ. В настоящей работе проведены результаты исследований по разработке составов и исследованию свойств сухих штукатурных смесей на основе КГИКШВ. С учетом актуальности решения проблемы импортозамещения в работе рассматривалась задача применения в качестве водоудерживающей добавки продукции отечественного производства [8].

Методы и материалы

В качестве вяжущего для получения сухих штукатурных смесей в работе использовалось КГИКШВ [7]. Принятое для разработки штукатурных смесей вяжущее имеет следующие показатели свойств: начало схватывания – 8 минут, конец схватывания – 13 минут, предел прочности при сжатии в возрасте 28 суток – 31 МПа, коэффициент размягчения – 0,96.

Для замедления сроков схватывания вводилась добавка лимонной кислоты по ГОСТ 908 производства ЗАО Белгородский завод лимонной кислоты «Цитробел» в количестве 0,1 % по массе. Введение добавки увеличило начало схватывания до 77 минут, а конец схватывания до 124 минут.

Для определения сравнительной эффективности в качестве водоудерживающих добавок в работе использовались:

- метилгидроксипропилцеллюлоза Mecellose FMC 7150 производства Samsung Fine Chemicals (Южная Корея);
- полиэтиленоксиды ПЭГ 9 (П/оксид-400) и ПЭГ 35 (П/оксид-1500) по ТУ 6-14-714-79 производства ОАО «Казаньоргсинтез»;
- высокомолекулярный полиэтиленоксид РЕО-S с молекулярной массой 4×10^6 по ТУ 6-05-231-341-88 производства ОАО «Казаньоргсинтез».

Для снижения плотности раствора, повышения стойкости к трещинообразованию и морозостойкости в работе применялись воздухововлекающие добавки: Hostapur OSB на основе высокомолекулярных непредельных сульфонов производства концерна «SE Tylose GmbH & Co. KG» (Германия) и добавка Аэропласт на основе модифицированных нафталинсульфонатов по ТУ 5745-030-58042865-2008 производства компании «Полипласт Новомосковск».

В качестве заполнителя в работе применялся кварцевый песок по ГОСТ 8736 со следующими характеристиками: насыпная плотность – 1552 кг/м³; истинная плотность – 2650 кг/м³, модуль крупности – 2,0; содержание пылевидных и глинистых частиц – 1,2 %; пустотность – 42 %; максимальная крупность зерна – 1,25 мм.

Испытания растворных смесей и растворов на основе сухих штукатурных смесей осуществлялось по ГОСТ 31356, ГОСТ 31376. Диаметр расплыва растворной смеси по ГОСТ 31376 составлял 165 ± 5 мм. Определение коэффициента размягчения осуществлялось по ТУ 21-0284757-90.

Результаты и обсуждение результатов

На рис. 1-3 приведены результаты исследования влияния добавок Mecellose FMC 7150 и полиэтиленоксидов (ПЭО) ПЭГ 9, ПЭГ 35 и РЕО-S на водоудерживающую способность растворной смеси, прочность при сжатии и прочность сцепления с кирпичным основанием раствора на основе КГИКШВ и кварцевого песка при соотношении 1:1.

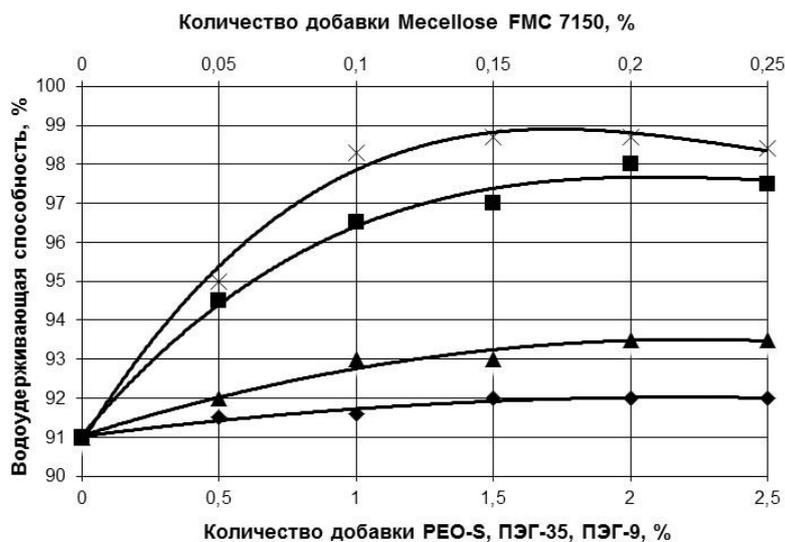


Рис. 1. Влияние водоудерживающих добавок на водоудерживающую способность растворной смеси на основе КГИКШВ:
x – Mecellose FMC 7150; ♦ – ПЭГ 9; ▲ – ПЭГ 35; ■ – РЕО-S

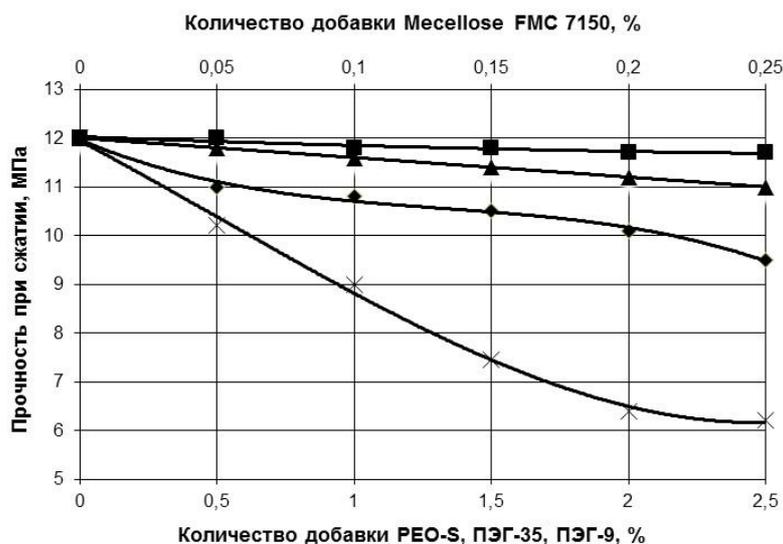


Рис. 2. Влияние водоудерживающих добавок на прочность при сжатии раствора на основе КГИКШВ:
x – Меселлозе FMC 7150; ◆ – ПЭГ 9; ▲ – ПЭГ 35; ■ – РЕО-S

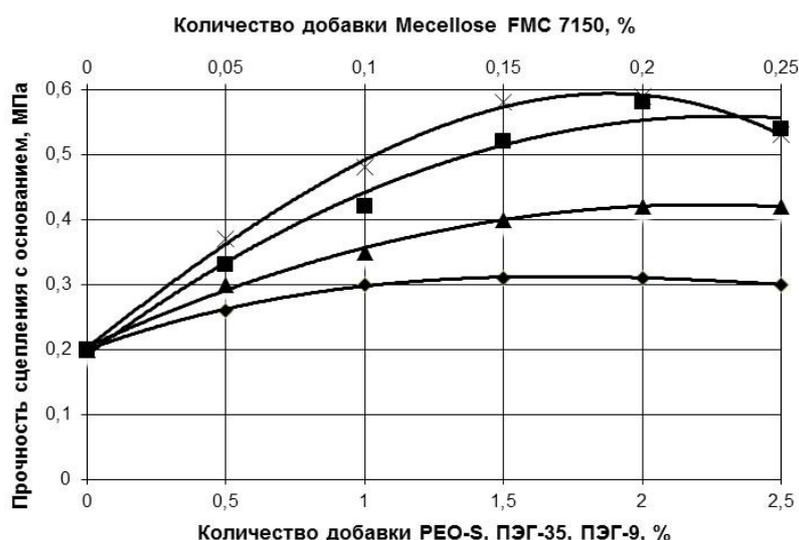


Рис. 3. Влияние водоудерживающих добавок на прочность сцепления с основанием раствора на основе КГИКШВ:
x – Меселлозе FMC 7150; ◆ – ПЭГ 9; ▲ – ПЭГ 35; ■ – РЕО-S

Результаты исследований показывают, что увеличение молекулярной массы ПЭО от 400 (для ПЭГ 9) до 4×10^6 (для РЕО-S) приводит к повышению водоудерживающей способности растворных смесей на основе КГИКШВ с 92 до 98 %, прочности сцепления растворов с основанием от 0,3 до 0,6 МПа без снижения прочности при сжатии.

При одинаковом содержании в растворной смеси водоудерживающая способность ПЭО на порядок ниже водоудерживающей способности Меселлозе FMC 7150, но при содержании добавки ПЭО в количестве 1 % вполне обеспечивается соответствие нормативным требованиям по водоудерживающей способности (не менее 95 % по ГОСТ 31377). В отличие от Меселлозе FMC 7150 добавки ПЭО не вызывают значительного изменения прочности раствора по сравнению с контрольным составом без введения водоудерживающей добавки. При содержании добавки РЕО-S в количестве 1-2 % прочность сцепления раствора с основанием достигает 0,46-0,6 МПа, превышая нормативные требования к сухим смесям для наружной штукатурки (не менее 0,4 МПа ГОСТ 31357).

Результаты исследования свойств растворных смесей при различном соотношении содержания вяжущего и кварцевого песка показывают, при увеличении содержания кварцевого песка в соотношениях от 1:0 до 1:2 показатели прочности при сжатии и изгибе растворов закономерно снижаются в 2 раза, прочность сцепления с основанием на 33,3 %, коэффициент размягчения на 12,3 %.

Для снижения плотности раствора, повышения стойкости к трещинообразованию и морозостойкости сухих штукатурных смесей исследованы результаты введения в их состав воздухововлекающих добавок. Проведены сравнительные исследования влияния на плотность и прочность затвердевшего раствора зарубежной воздухововлекающей добавки Hostapur OSB и отечественной добавки Аэропласт. Исследования проводились на растворных смесях при соотношении вяжущего и кварцевого песка 1:1, введении добавки полиэтиленоксида РЕО-S в количестве 2 % по массе и 0,1 % лимонной кислоты. (рис. 4, 5).

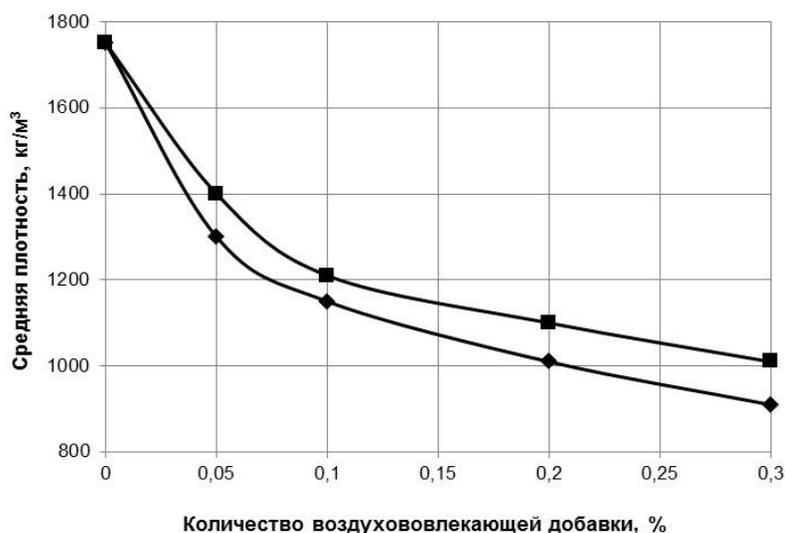


Рис. 4. Влияние количества воздухововлекающей добавки на плотность затвердевшей смеси на основе КГИКШВ:
 ◆ – Hostapur OSB; ■ – Аэропласт

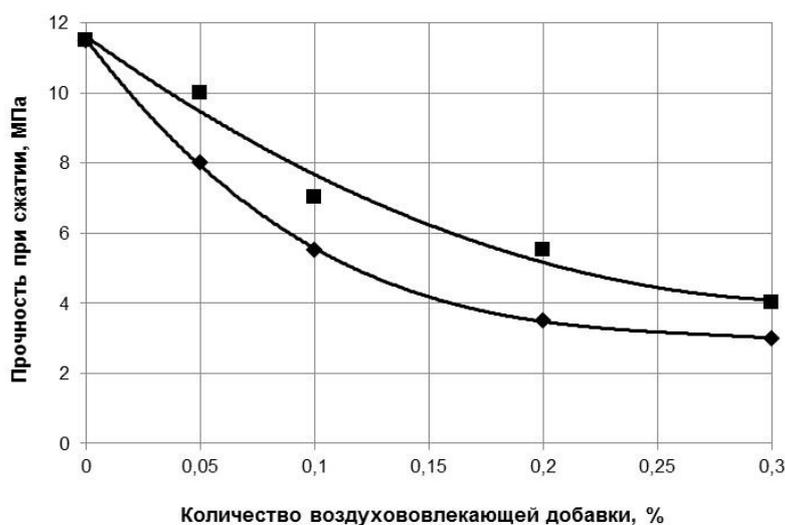


Рис. 5. Влияние количества воздухововлекающих добавок на прочность при сжатии затвердевшей смеси смеси на основе КГИКШВ:
 ◆ – Hostapur OSB; ■ – Аэропласт

Анализ данных исследований, приведенных на рис. 5 и 4 показывает, что введение рассмотренных воздухововлекающих добавок в количестве до 0,2-0,3 % по сравнению с контрольными образцами приводит к снижению средней плотности раствора на 40 % и прочности при сжатии до 35 %. При этом введение Аэропласта в большей степени обеспечивает снижение плотности раствора. Его введение позволяет при допустимом нормативными требованиями снижении прочности при сжатии (не менее 2 МПа по ГОСТ 31377) получить раствор со средней плотностью до 950 кг/м³.

Рекомендуемые на основании проведенных исследований составы штукатурных сухих смесей основе КГИКШВ приведены в табл. 1, основные показатели их физико-механических свойств в табл. 2.

Таблица 1

Рекомендуемые составы штукатурных сухих смесей основе КГИКШВ марок по прочности М20-М100

Наименование компонентов	Содержание компонентов штукатурных смесей, % по массе в зависимости от марки (М20 – М100)
Композиционное гипсоизвестковокерамзитшлаковое вяжущее (КГИКШВ)	61,9-38,2
Кварцевый песок	31,0-56,8
Полиэтиленоксид высокомолекулярный РЕО-S	1,5-2
Лимонная кислота	0,05-1
Керамзитовая пыль	3-4
«Аэропласт»	0,08-1

Таблица 2

Основные физико-механические свойства сухих штукатурных смесей на основе КГИКШВ

Наименование показателей	Наименование штукатурной смеси		
	Штукатурная смесь на основе КГИКШВ	Нормативные показатели по ГОСТ 31377	Нормативные показатели по ГОСТ 31357
Подвижность, (диаметр расплыва образца по ГОСТ 31376), см	165 ±5	165 ±5	Не нормируется
Время начала схватывания, мин	45-90	Не ранее 45-при производстве работ вручную; не ранее 90 – при механизированном производстве работ	Не нормируется
Жизнеспособность, мин	90	Не нормируется	Не менее времени, в течение которого смесь вырабатывается
Водоудерживающая способность, %	99,3-98,0	Не менее 95	Не нормируется
Предел прочности на растяжение при изгибе в нормативном возрасте, МПа	1,0-6,5	Не менее 1,0	Не менее 1
Предел прочности при сжатии в нормативном возрасте, МПа	5,0-20,0	Не менее 2,0	Не менее 2
Прочность сцепления с основанием, МПа	0,4-0,6	Не менее 0,3	Не менее 0,4
Водопоглощение, % по массе	9,5-15,0	Не нормируется	Не более 15,0
Морозостойкость, марка	F50	Не нормируется	Не менее F15
Морозостойкость контактной зоны, марка	F _{кз} 25	Не нормируется	Не менее F _{кз} 25
Коэффициент размягчения	0,96	Не нормируется	

По основным физико-техническим свойствам разработанные штукатурные сухие смеси на основе КГИКШВ отвечают или превосходят нормативные требования к штукатурным сухим смесям по ГОСТ 31377 и ГОСТ 31357, соответственно, на гипсовом и цементном вяжущих, а также показатели физико-технических свойства промышленно производимых аналогов. Штукатурные сухие смеси на основе КГИКШВ с содержанием керамзитовой пыли 10-30 % по массе по величине коэффициента размягчения относятся к водостойким гипсовым материалам ($K_p > 0,8$) и могут применяться для выравнивания и оштукатуривания поверхностей в наружных работах при условии защиты от длительного постоянного увлажнения и при проведении внутренних работ в помещениях с сухим, нормальным режимом эксплуатации в соответствии со СНиП 23-02-2003, что является их преимуществом по сравнению с традиционными штукатурными сухими смесями на основе строительного гипса.

Заключение

Таким образом, в результате проведенных исследований разработаны составы штукатурных сухих смесей на основе КГИКШВ с содержанием в их составе до 60 % с по массе молотых промышленных отходов: керамзитовой пыли и доменного шлака. Полученные штукатурные сухие смеси по своим физико-механическим показателям отвечают нормативным требованиям, а по водостойкости и технико-экономическим характеристикам превосходят промышленно выпускаемые аналоги на основе гипсовых вяжущих.

Установлено, что эффективность полиэтиленоксидов как водоудерживающей добавки в составе штукатурных сухих смесей зависит от величины их молекулярной массы. Повышение молекулярной массы добавки от 400 до 4×10^6 приводит к увеличению водоудерживающей способности растворных смесей с 92 до 98 %, прочности сцепления растворов с основанием с 0,3 до 0,6 МПа без снижения прочности при сжатии и изгибе.

Выпущена опытно-промышленная партия штукатурных сухих смесей на основе КГИШВ. Расчетный экономический эффект при производстве 20 тыс. тонн в год разработанных штукатурных сухих смесей на основе композиционных гипсовых вяжущих составляет 84,893 млн. руб.

Список библиографических ссылок

1. Ферронская А.В., Коровяков В.Ф., Баранов И.М., Бурьянов А.Ф., Лосев Ю.Г., Поплавский В.В., Шишин А.В. Гипс в малоэтажном строительстве. – М.: Изд-во АСВ, 2008. – 240 с.
2. Губская А.Г., Дубровина Г.Г., Назаров Д.В. Гипсовые сухие строительные смеси. Производство и применение. – Минск: ТрансТэкс, 2014. – 184 с.
3. Гонтарь Ю.В., Чалова А.И., Бурьянов А.Ф. Сухие строительные смеси на основе гипса и ангидрита. – М.: Изд-во «Де Ново», 2010. – 214 с.
4. Гордина А.Ф., Полянских И.С., Токарев Ю.В., Бурьянов А.Ф., Сеньков С.А. Водостойкие гипсовые материалы, модифицированные цементом, микрокремнеземом и наноструктурами // Строительные материалы, 2014, № 6. – С. 35-37.
5. Седук Г.В., Назаров Д.В. Улучшение водостойкости сухих смесей на гипсовой основе // Сб. научных трудов «Материалы VII Международной научно-практической конференции «Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий». – М.: Изд-во «Де Нова», 2014. – С. 149-154.
6. Литвиненко С.В. Применение замедлителя схватывания для гипсовых вяжущих Retardan 225P // Строительные материалы, 2012, № 7. – С. 26-27.
7. Гайфуллин А.Р., Халиуллин М.И., Рахимов Р.З. Состав и структура камня композиционного гипсового вяжущего с известью и гибридной минеральной добавкой // Строительные материалы, 2014, № 7. – С. 28-31.
8. Гончаров Ю.А., Бурьянов А.Ф. Ключевые факторы успешного развития отрасли гипсовых материалов // Строительные материалы, 2013, № 2. – С. 70-72.

Khaliullin M.I. – candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: khaliullin@kgasu.ru

Rakhimov R.Z. – doctor of technical science, professor

E-mail: rahimov@kgasu.ru

Gaifullin A.R. – candidate of technical sciences, senior lecturer

E-mail: gaifi@list.ru

Kazan State University of Architecture and Engineering

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

Dry mixes based on composite gypsum binders

Resume

The compositions of the dry plaster mixtures based on water-resistant gypsum binder from the composite content were 60 % by weight milled with industrial waste. The obtained dry plaster mixture on its physical-mechanical characteristics meets the regulatory requirements, and resistance to water and techno-economic characteristics superior industrially produced analogues on the basis of gypsum binders. Designed plaster dry mix can be used for levelling and plastering surfaces when carrying out internal works in dry, normal operating mode and in external works subject to protection from prolonged constant moisture and the influence on basic physical and mechanical properties of dry plaster mixtures of oxides of various molecular weights, as well as some air entraining additives. It is established that the efficiency of oxides as water-retaining additives in the composition of the dry plaster mixtures depends on their molecular weight. Increasing the molecular weight of the additive from 400 to 4×10^6 increases water-holding capacity of the mortar mixtures with 92 to 98 %, the adhesion strength of mortars with basis from 0,3 to 0,6 MPa without compromising the compressive strength and bending.

Keywords: composite gypsum binders, air entraining additives, water-retaining additives, high molecular polyethylene oxide, haydite dust.

Reference list

1. Ferronskaya A.V., Korovyakov V.F., Baranov I.M., Buryanov A.F., Losev Yu.G., Poplavskii V.V., Shishin A.V. Gypsum in low-rise building. – M.: Publishers ASV, 2008. – 240 p.
2. Gubskaya A.G., Dubrovina G.G., Nazarov D.V. Plaster dry mixes. Production and use. – Minsk: TransTeks, 2014. – 184 p.
3. Gontar Yu.V., Chalova A.I., Buryanov A.F. Dry mixes on the basis of gypsum and anhydrite. – M.: Publishers «De Novo», 2010. – 214 p.
4. Gordina A.F., Polyanskikh I.S., Tokarev Yu.V., Buryanov A.F., Senkov S.A. Waterproof Gypsum Materials Modified by Cement, Microsilica, and Nanostructures // Building materials, 2014, № 6. – P. 35-37.
5. Seduk G.V., Nazarov D.V. Improving the water resistance of dry mixtures based on gypsum // The collection of proceedings «Proceedings of the VII International scientific-practical conference «Improving efficiency of production and application of gypsum materials and products». – M.: Publishers «De Novo», 2014. – P. 149-154.
6. Litvinenko S.V. The Use of Setting Retarder for Gypsum Binders Retardan 225P // Building materials, 2012, № 7. – P. 26-27.
7. Gayfullin A.R., Khaliullin M.I., Rakhimov R.Z. Composition and Structure of Composite Gypsum Binder Stone with Lime and Hybrid Mineral Additive // Building materials, 2014, № 7. – P. 28-31.
8. Goncharov Yu.A., Buryanov A.F. Key factors in the successful development of the industry gypsum materials // Building materials, 2013, № 2. – P. 70-72.