

## Клей быстрой фиксации на основе гипсоглиноземистого расширяющегося цемента и портландцемента

О.А. Бычкова

ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет»

**Аннотация:** Показана возможность получения клея быстрой фиксации классов С0 – С2 на основе гипсоглиноземистого расширяющегося цемента, модифицированного портландцементом. Установлено, что прочность сцепления с основанием и амплитуда деформаций в процессе твердения клея быстрой фиксации на основе МГГРЦ существенно зависит от соотношения ГЦ: Г: ПЦ в составе вяжущего, а прямая зависимость между дозировкой РПП в составе клея и прочностью сцепления с основанием не прослеживается. Выявлено что РПП и ВУД положительно влияют на раннюю прочность сцепления с основанием, но в возрасте 28 сут влияние ВУД становится отрицательным. Установлено снижение прочности сцепления с основанием с увеличением предела прочности клея на растяжение при изгибе. Прямая зависимость между прочностью сцепления и амплитудой деформаций клея в процессе твердения отсутствует.

**Ключевые слова:** сухие строительные смеси, прочность сцепления, гипоглиноземистый расширяющийся цемент, клей быстрой фиксации.

Сухие строительные смеси (ССС) обладают рядом весомых преимуществ перед традиционными готовыми строительными растворными смесями, приготовленными в построечных либо заводских условиях, в связи, с чем широко применяются при производстве отделочных, в т.ч. реставрационных работ [1–6]. Представленные в табл. 1 данные свидетельствуют о том, что, несмотря на известные проблемы в строительном секторе, связанные с кризисом 2008 г., потребление ССС достаточно стабильно растет.

Таблица №1

### Емкость рынка сухих строительных смесей в РФ

Показатели	Емкость рынка сухих строительных смесей по годам								
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Потребление, тыс. тонн	5 377	6 292	7 424	8 686	9 271	9 253	9 675	10 622	13 850
Прирост(спад), % к предыдущему году	-13	+17	+18	+17	+7	0	+5	+10	+13

В общем объеме производства ССС различные клеи для плитки составляют порядка 30 %, т.е. являются, наряду со штукатурками, одним из самых весомых сегментов рынка. Одним из ключевых показателей качества клеев является прочность клеевого соединения (далее – прочность сцепления), которая регламентируется для клеев различного назначения ГОСТР 56387 (табл. 2).

Таблица №2

Требования к прочности клеевого соединения по ГОСТ Р 56387

Наименование показателя	Значения для классов, МПа		
	С0	С1	С2
Прочность клеевого соединения (адгезия) после выдерживания в воздушно-сухой среде в течении 28 суток	$\geq 0,5$	$\geq 0,5$	$\geq 1,0$
Прочность клеевого соединения (адгезия) после выдерживания в водной среде	–	$\geq 0,5$	$\geq 1,0$
Прочность клеевого соединения (адгезия) после выдерживания при высоких температурах	–	$\geq 0,5$	$\geq 1,0$
Прочность клеевого соединения (адгезия) после циклического замораживания и оттаивания	–	$\geq 0,5$	$\geq 1,0$

Очевидно, что получение клеев класса С2 требует значительного увеличения величины прочности сцепления с основанием, что, как правило, связывают с применением водорастворимых полимеров в виде редиспергируемых порошков (РПП)[7–9]. Производители строительной химии обычно приводят данные о пропорциональной зависимости величины прочности сцепления с основанием и дозировкой РПП.

В последние годы все чаще потребители требуют клей быстрой фиксации, что связано с общей тенденцией ускорения темпа строительных работ. Подобные материалы могут быть получены на основе гипсоглиноземистого расширяющегося цемента (ГГРЦ) в сочетании с портландцементом (ГГРЦ, модифицированный ПЦ, далее – МГГРЦ). МГГРЦ наряду с интенсивным ростом нормируемых показателей назначения в ранний период обеспечивает снижение величины усадочных деформаций [10-12], что является важным условием получение надежного клеевого

соединения (тонкослойного покрытия) при длительной эксплуатации [13]. Усадка клеевого слоя связана в основном с массопереносом из клеевого слоя в пористое основание.

Изучено влияние дозировок водоудерживающей добавки (Mecellose 22501 на основе метилгидрооксилпропилцеллюлозы с вязкостью порядка 22000 МПа·с по Брукфельду – далее ВУД) и РПП(Vinnapas 8034Н на основе сополимеров винилацетата и этилена) на прочность сцепления в возрасте 1,7 и 28 сут клея, полученного с применением МГГРЦ с различным соотношением ПЦ:ГГРЦ, в т.ч. с различным соотношением глиноземистого цемента (ГЦ) и гипсового камня (Г) в составе ГГРЦ [10]. Для регулирования деформаций расширения в состав введен микрокремнезем (МК). В табл. 3 представлены данные о деформациях исследованных клеевых составов.

Таблица №3

Деформации исследованных составов клея

№ состава	Деформации, мм/м			
	усадка	расширение	итоговые к 50 сут	амплитуда деформаций
1	0,44	0,52	+0,01	0,96
2	0,68	0,48	-0,1	1,16
3	0,22	0,58	+0,03	0,8
4	0,16	0,81	+0,58	0,97
5	0,16	0,66	+0,3	0,82
6	0,22	0,62	+0,27	0,84
7	0,01	1,08	+0,62	1,09
8	0	0,85	+0,52	0,85
9	0	0,8	+0,57	0,8
10	0,01	0,71	+0,06	0,72
11	0	0,63	+0,28	0,63
12	0	0,67	+0,16	0,67
13	0	0,43	+0,15	0,43
14	0	0,39	+0,22	0,39
15	0	0,35	+0,08	0,35

На рис. 1 приведены данные о развитии деформаций некоторых клеевых составов. Очевидно, что в зависимости от состава минеральной

части вяжущего и дозы РПП и ВУД деформации клеевых составов могут различаться не только количественно (составы 7 и 12), но и качественно (состав 1).

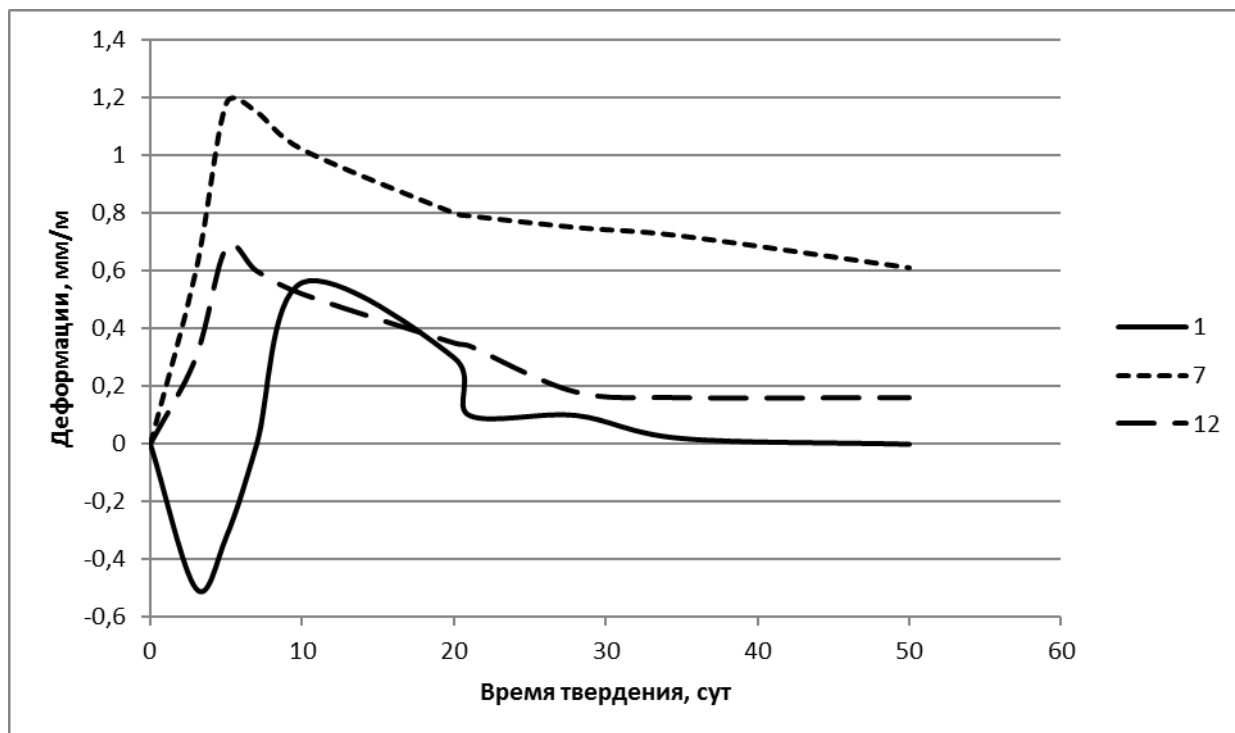


Рис. 1 - Развитие деформаций клеевых составов во времени  
1,7, 12 – составы по табл. 3

На рис. 2 приведены данные о зависимости прочности сцепления клеевого состава с основанием от предела прочности клея на растяжение при изгибе (определено на балочках 40x40x160 мм) и дозировки РПП. Уравнение регрессии на рис. 2 описывает зависимость прочности сцепления для составов без РПП и ВУД. Очевидно, что имеет место тенденция снижения прочности сцепления с ростом предела прочности клея на растяжение при изгибе, причем данные на рис. 2 четко разделяются на две группы. В первой группе указанная закономерность снижения прочности сцепления с ростом прочности клея достаточно близка к составам без РПП и ВУД. Вторая группа характеризуется более высокими значениями прочности сцепления, но указанная выше закономерность снижения прочности сцепления с ростом прочности клея имеет место.

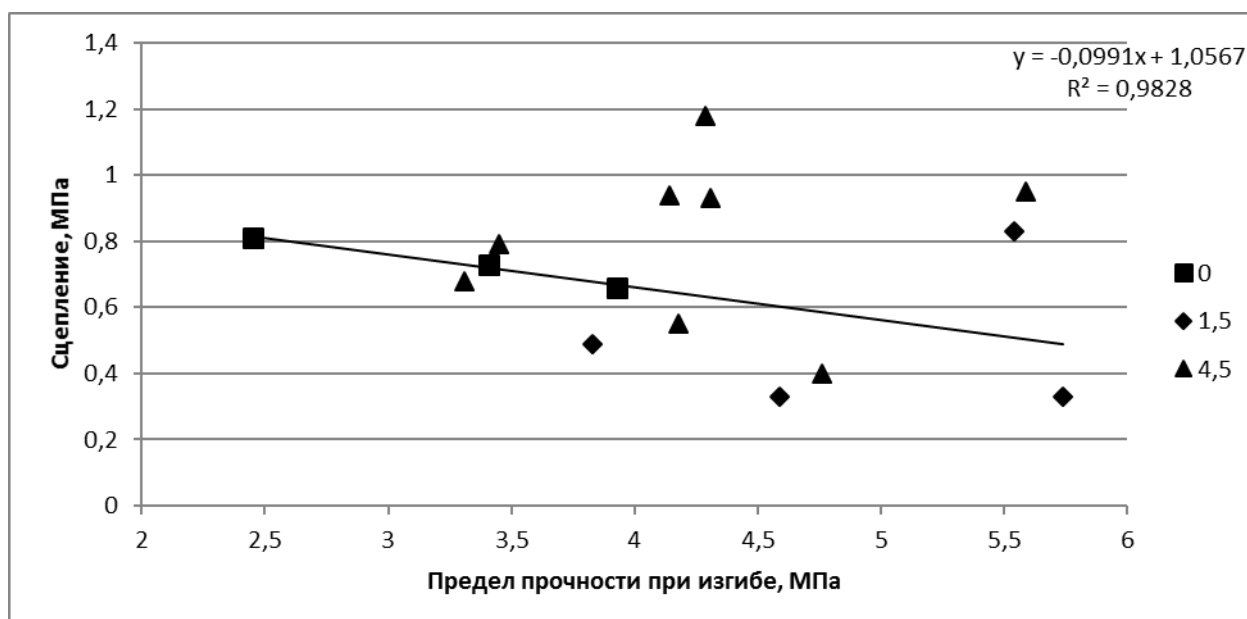


Рис. 2- Зависимость сцепления с основанием от предела прочности при изгибе

0; 1,5; 4,5 – содержание РПП, %

Необходимо отметить, что прямая связь между дозировкой РПП и прочностью сцепления отсутствует, что позволяет сделать вывод о значительном влиянии состава МГРЦ на прочность сцепления. Снижение прочности сцепления с ростом прочности клея может быть связано с более высокими значениями напряжений, возникающих вследствие деформации клеевого слоя относительно основания, при этом более прочный материал, обладающий более высоким модулем упругости, при равной величине деформации обеспечит более высокие значения напряжений. При этом собственные деформации (расширение, усадка) материала в процессе твердения вызывают изменение его пористости и, закономерно, модуля упругости [14]. Последний также может быть очень чувствителен к наличию в составе материала водорастворимых полимеров [15 - 18], что значительно усложняет задачу прогнозирования прочности сцепления.

Для подтверждения этого положения на рис. 3 представлена зависимость прочности сцепления от предела прочности при изгибе с учетом амплитуды деформаций клея при твердении (табл. 3).

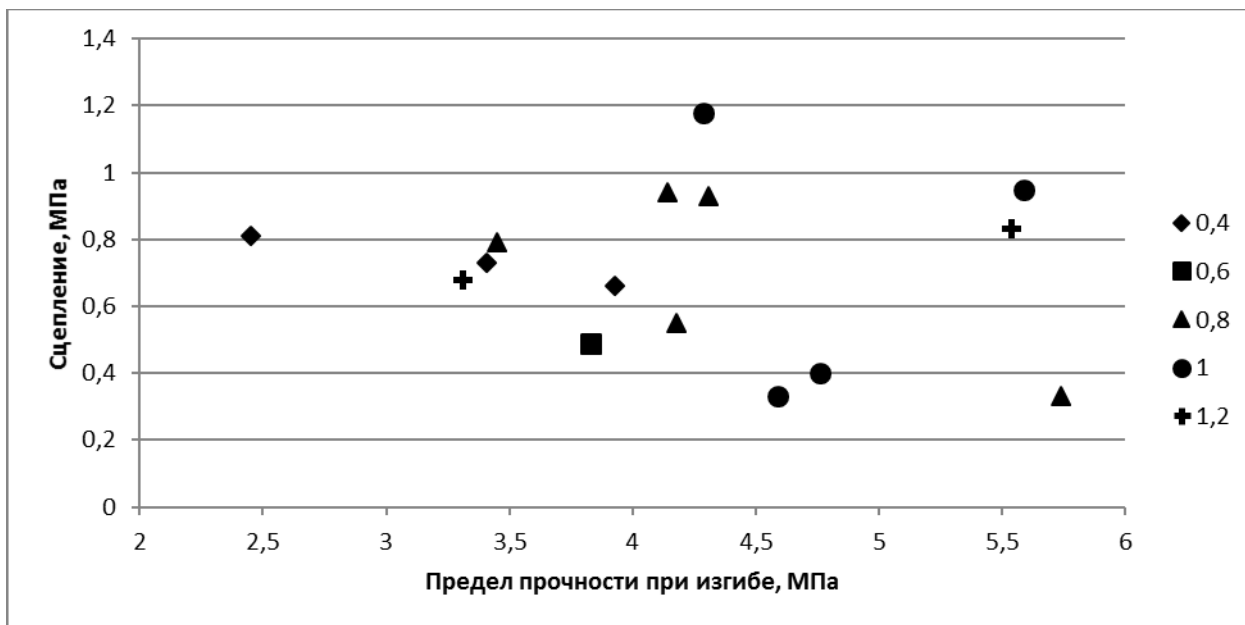


Рис. 3 - Зависимость сцепления с основанием от предела прочности при изгибе

0,4 – 1,2 – амплитуда деформаций, мм/м (расширение – усадка) к 28 сут

Очевидно, что прямой связи между величиной деформаций при твердении и прочностью сцепления нет.

В табл. 4 представлены уравнения регрессии, описывающие прочность сцепления в возрасте 1,7 и 28 сут в зависимости от дозировки РПП ( $x_1$ ), ВУД ( $x_2$ ) и МК ( $x_3$ ).

Таблица №4

Уравнения регрессии прочности сцепления клея

Время твердения, сут	Уравнение регрессии
1	$R_{\text{сц}}^1 = 0,274 + 0,125x_1 + 0,117x_2 - 0,09x_3 + 0,65x_1x_2 + 0,09x_1^2$
7	$R_{\text{сц}}^7 = 0,53 + 0,112x_1 + 0,168x_2 - 0,248x_3 + 0,172x_1x_3$
28	$R_{\text{сц}}^{28} = 0,866 + 0,073x_1 - 0,1x_2 + 0,098x_1x_2 - 0,098x_1x_3 + 0,1x_2x_3 - 0,101x_1^2 -$

Очевидно, что РПП и ВУД положительно влияют на раннюю прочность сцепления, а наличие в составе МК имеет отрицательное воздействие. К возрасту 7 суток РПП и ВУД также оказывают положительное влияние, в то время как влияние МК все еще носит негативный характер. К 28 суткам положительное влияние РПП снижается, а влияние ВУД становится отрицательным.

### **Выводы:**

1. Прочность сцепления клея быстрой фиксации на основе МГГРЦ существенно зависит от соотношения ГЦ: Г: ПЦ в составе вяжущего, при этом прямая зависимость между дозировкой РПП в составе клея и прочностью сцепления не прослеживается.
2. Выявлено снижение прочности сцепления с увеличением предела прочности клея на растяжение при изгибе.
3. Прямая зависимость между прочностью сцепления и амплитудой деформаций клея в процессе твердения не установлена.

### **Литература**

1. Мешков П.И., Мокин В.А. От гарцовки – к модифицированным сухим смесям // Строит. Материалы. 1999. №3, с. 34-35.
2. Корнеев В.И., Зозуля П.В. Сухие строительные смеси (состав, свойства): учеб.пособие – М.: РИФ «Стройматериалы», 2010 - 320 с.
3. 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.
4. Шаменская Е.А. Плиточные сухие клеи. Журнал «Строительные материалы» №7-8, 1999, с. 14 - 15.
5. Безбородов В.А. Сухие смеси в современном строительстве, 1998, - 94с.

6. Козлов В.В. Сухие строительные смеси: учебное пособие, 2000, - 96 с.
7. Халиуллин М.И. Современные клеевые сухие строительные смеси с применением комплекса местных минеральных добавок. Известия КазГАСУ, №1, 2008, с. 131 - 136.
8. Захезин А.Е. Влияние редиспергируемых порошков на свойства цементных строительных растворов. Журнал «Стр. мат.» №10, 2004, с. 6 - 7.
9. Голунов С.А. Модификация плиточных клеев РПП Vinnapas. Журнал «Стр. мат.» №3, 2004, с. 30 - 33.
10. Несветаев Г.В., Удодов С.А., Бычкова О.А. О влиянии состава модифицированного гипсоглиноземистого расширяющегося цемента на прочность и темп твердения // Наукоеведение, 2015. – том.7, №6 URL: [naukovedenie.ru/PDF/01TVN615](http://naukovedenie.ru/PDF/01TVN615)
11. Налимова, А.В. Полимерцементные композиции с компенсированной усадкой для наливных полов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Ростов-на-Дону: РГСУ, 2006, - 214 с.
12. Резван И.В., Резван А.В. От гипсоглиноземистого расширяющегося цемента (ГГРЦ) к напрягающему цементу (НЦ). Изменение кинетики расширения / Инженерный вестник Дона, 2013, №4. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/2191](http://ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/2191)
13. Логанина В.И., Акжигитова Э.Р. Трещиностойкость отделочных покрытий на основе сухих строительных смесей с применением сырья пензенского региона // Приволжский научный журнал, 2013, №3, с. 34-39
14. Несветаев Г.В., Кардумян Г.С. О пористости цементного камня с учетом его собственных деформаций при твердении // Бетон и железобетон. – 2013. - №1. – С. 12-15
15. Несветаев Г.В., Давидюк А.Н. Самоуплотняющиеся бетоны (SCC): усадка // Строительные материалы. – 2009. - №8. – с. 52-54.



16. Manning D.J. Where Have All Bubbles Gone?// ConcreteInternational: 99. – 1980 pp.1 – 5

17. Powers, T.C., Helmut, R.F. Theory of Volume Changes in Hardened Portland Cement Pastes During Freezing. Proc. Highway Res. Board 32:285.-19531 – 5 p.

18. Г.В. Несветаев, А.В. Козлов, И.А. Филонов Влияние некоторых гидрофобизирующих добавок на изменение прочности цементного камня / Инженерный вестник Дона, 2013, №2. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1709

### References

1. Meshkov P.I., Mokin V.A. Stroit. Materialy. 1999. №3, pp. 34 - 35.
2. Korneev V.I., Zozulya P.V. Suhie stroitelnye smesi [Dry building mix]: ucheb. Posobie. M.: RIF «Strojmaterialy», 2010. 320 p.
3. Puharenko YU.V., Haritonov A.M., SHangina N.N., Safonova T.YU. Vestnik grazhdanskih inzhenerov, 2011, №1 (26), pp. 98-103.
4. SHamenskaya E.A. Plitochnye suhie klei. ZHurnal «Stroitel'nye materialy» №7-8, 1999, pp. 14 - 15.
5. Bezborodov V.A. Suhiesmesi v sovremennom stroitelstve [Dry mixes in modern construction], 1998, 94 p.
6. Kozlov V.V. Suhie stroitelnye smesi: uchebnoe posobie [Dry mixes: a training manual], 2000, 96 p.
7. Haliullin M.I. Izvestiya KazGASU, №1, 2008, pp. 131 - 136.
8. Zahezin A.E. ZHurnal «Str. mat. » №10, 2004, pp. 6 - 7.
9. Golunov S.A. Modifikaciya plitochnyh kleev RPP Vinnapas. ZHurnal «Str. mat. » №3, 2004, pp. 30 - 33.
10. Nesvetaev G.V., Udodov S.A., Bychkova O.A. O vliyanii sostava modificirovannogo gipsoglinozemistogo rasshiryayushchegosya cementa na



prochnosti temp tverdeniya, 2015. V.7, №6. URL:  
naukovedenie.ru/PDF/01TVN615

11. Nalimova, A.V. Polimercementnye kompozicii s kompensirovannoj usadkoj dlya nalivnyh polov [Polymer cement compositions with compensated shrinkage for self-leveling floors]: Avtoref. dis. kand. tekhn. nauk. Rostov-na-Donu: RGSU, 2006, 214 p.

12. Rezvan I.V., Rezvan A.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №4. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/2191

13. Loganina V.I., Akzhigitova E.H.R. Privolzhskij nauchnyj zhurnal, 2013, №3, pp. 34-39.

14. Nesvetaev G.V., Kardumyan G.S. Beton i zhelezobeton. 2013. №1. pp. 12-15

15. Nesvetaev G.V., Davidyuk A.N. Stroitelnyematerialy. 2009. №8. pp. 52 - 54.

16. Manning D.J. Where Have All Bubbles Gone. Concrete International: 99. – 1980 pp.1 – 5

17. Powers, T.C., Helmut, R.F. Theory of Volume Changes in Hardened Portland Cement Pastes During Freezing. Proc. HighwayRes. Board 32:285.19531 5 p.

18. G.V. Nesvetaev, A.V. Kozlov, I.A. Filonov. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №2. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2013/1709.