
**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И
УСАДОЧНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНЫХ И КЛЕЕВЫХ
РАСТВОРОВ ДЛЯ ЯЧЕИСТЫХ БЕТОНОВ**

Тургунбаев Уринбек Жамолович
Суннатиллаева Нодирхон Алишер кизи
магистр(ТГТУ)

**ИНФОРМАЦИЯ О
СТАТЬЕ****АННОТАЦИЯ:**

ИСТОРИЯ СТАТЬИ:

Received: 12.03.2026

Revised: 13.03.2026

Accepted: 14.03.2026

**КЛЮЧЕВЫЕ
СЛОВА:**

*активированный, клей,
адгезия, деформация,
усадка, газобетон.*

В статье представлены результаты экспериментальных исследований прочности на сжатие, изгиб и адгезии цементно-песчаных и клеевых растворов, предназначенных для кладки изделий из газо- и пенобетона. Испытания выполнены в соответствии с действующими нормативными требованиями. Определены физико-механические характеристики образцов в возрасте 7 и 28 суток, а также исследована линейная усадка составов в течение 90 суток твердения. Установлено, что цементно-песчаный раствор обладает более высокими показателями прочности на сжатие, тогда как активированный клеевой состав характеризуется пониженной усадкой и более стабильным развитием деформаций. Полученные результаты подтверждают эффективность активации клеевой смеси для повышения эксплуатационных свойств кладочных растворов.

Введение

Одним из ключевых факторов долговечности кладки из ячеистых бетонов является качество применяемого растворного или клеевого состава. Раствор должен обеспечивать требуемую прочность, адгезию к основанию и минимальные деформационные изменения в процессе твердения. Недостаточная прочность или повышенная усадка могут приводить к образованию трещин, снижению несущей способности и эксплуатационной надёжности конструкций.

Особое значение приобретает применение модифицированных и активированных клеевых составов, позволяющих улучшить структуру цементного камня, повысить однородность смеси и снизить внутренние напряжения при твердении. В этой связи

актуальным является проведение сравнительных испытаний традиционного цементно-песчаного раствора (ЦПР) и клеевого состава, включая его активированную модификацию.

Целью настоящей работы является комплексная оценка прочностных характеристик (сжатие, изгиб, адгезия) и усадочных деформаций цементно-песчаного и клеевого растворов, применяемых для склеивания изделий из газо- и пенобетона.

В данной статье содержатся описания подготовки и проведения испытаний опытных образцов на сжатие и изгиб. Были проведены сравнительные исследования цементно-песчаного и клеевого растворов.

Далее в соответствии с рекомендациями работы [1,3] сначала определили требования к клею исследуемых составов.

Требования к клею для склеивания изделий из газо- и пенобетона:

-текучесть клея по расплыву на приборе Суттарда, мм - не менее 160;

- прочность на сжатие, МПа - не ниже 3,5 - 7,0;

-прочность на растяжение при изгибе, МПа - не ниже 0,8-1,6

Испытания прочности растворов на сжатие были проведены на прессе по ГОСТ 5802-86.

Предел прочности раствора на сжатие R вычисляют для каждого образца с погрешностью до $0,1 \text{ кг/см}^2$ по формуле 1.1.

$$R=P/A \text{ (кг/см}^2\text{)} \quad (1.1)$$

где P – разрушающая нагрузка, кг;

A – рабочая площадь сечения образца, см^2 .

Организация проведения испытания

Для проведения испытания были изготовлены образцы из растворной смеси.

Образцы изготавливаются в формах. Процесс приготовления растворов для изготовления опытных образцов представлены на рисунках 1.1-1.2.



Рисунок 1.1 – Клеевой раствор для изготовления опытных образцов

Формы заполняют растворной смесью за один прием с некоторым избытком и уплотняют ее штыкованием стержнем из стали 25 раз по концентрической окружности к краям от центра. На фото рисунки 1.3-1.4 показаны, формы с растворной смесью.

Формы выдержаны до распалубки в камере нормального хранения при относительной влажности воздуха 95-100 % и температуре 20°С. Образцы извлечены из форм через 24 часа после укладки растворной смеси.

Образцы взвешивают перед испытанием на сжатие с погрешностью до 0,1% и измеряют штангенциркулем с погрешностью до 0,1 мм.



Рисунок 1.2 – Цементно-песчаный раствор для изготовления опытных образцов



Рисунок 1.3 – Формы, заполненные клеем

Рисунок 1.4 – Формы, заполненные цементно-песчаным раствором

Описание выполнения испытания

На рисунке 1.5 показана схема испытания образцов.

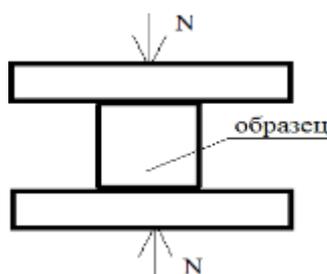


Рисунок 1.5 а – Схема испытания образцов на сжатие.

Испытание балочек на изгиб

Определение предела прочности цементных образцов при изгибе проводится на машинах, позволяющих проводить нагружение со скоростью 40... 60 Н/с. и фиксировать разрушающую нагрузку с точностью до 50... 100 Н. (5... 10 кгс). На рисунке показано расположение балочки на опорных элементах при данном испытании. Испытание повторяется на каждой из трех балочек.

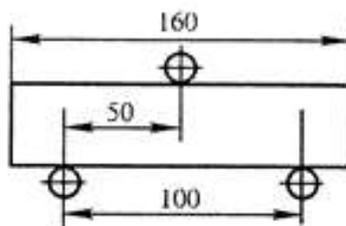


Рисунок 1.5 б – Схема испытания образцов на изгиб.

Перед установкой образца на пресс удаляют тщательно частицы раствора, оставшиеся после предыдущих испытаний. Образец устанавливают на центр нижней плиты пресса так, чтобы его основанием были грани, соприкасавшиеся со стенками формы во время его изготовления. На фото рисунки 1.6-1.7 показаны, подготовленные к испытанию и установленные на пресс образцы кубов из цементно-песчаного раствора и клея.



Рисунок 1.6 – Опытный образец (куб из цементно-песчаного раствора) перед началом испытания



Рисунок 1.7 – Опытный образец (куб из раствора клея) перед началом испытания

Нагрузка на образец возрастает с постоянной скоростью непрерывно до его разрушения.

На фото рисунках 1.8-1.9 показан характер разрушения кубов при сжатии.



Рисунок 1.8 – Характер разрушения опытных образцов.



Рисунок 1.9 – Характер разрушения опытных образцов.

Разрушение образцов произошло по схеме усеченного конуса. Это говорит о том, что ввиду отсутствия смазки на гранях пресса и малой высоты образцов, сила трения на гранях образца имеет свое максимальное значение и начинает убывать к центру куба [1,4]. Соответственно, так как сила трения минимальна в центре, то и разрушение там будет максимальное. Поэтому чем дальше от центра, тем меньше разрушение образца, что в итоге напоминает фигуру усеченного конуса.

В таблице 1.1 приведены результаты испытаний.

Таблица 1.1 – Результаты испытаний опытных образцов

N п/п	Материал образца	Размеры кубов bхhхl (см)	Масса (г)	P (кг)	Площадь A (см ²)	Объем V (см ³)	Плотность (кг/см ³)	Средняя плотность (кг/см ³)	Прочность на сжатие R (кг/см ²)	Средняя прочность на сжатие R (кг/см ²)
7 суток										
1	Клей	7х7х7	648	5480	49	343	1,889	1,887	71,00	78,34
2	Клей	7х7х7	645	5460	49	343	1,880		83,92	
3	Клей	7х7х7	649	5450	49	343	1,892		80,12	
4	ЦПР	7х7х7	650	7940	49	343	1,895	1,893	92,80	92,36
5	ЦПР	7х7х7	647	7230	49	343	1,886		92,00	
6	ЦПР	7х7х7	652	8000	49	343	1,900		96,30	
28 суток										
1	Клей	7х7х7	625	6650	49	343	1,822	1,809	112,04	109,45
2	Клей	7х7х7	619	7320	49	343	1,804		95,69	
3	Клей	7х7х7	618	6090	49	343	1,801		120,64	
4	ЦПР	7х7х7	659	8690	49	343	1,921	1,928	140,51	138,10
5	ЦПР	7х7х7	668	8500	49	343	1,947		130,00	
6	ЦПР	7х7х7	658	8120	49	343	1,918		143,80	

Адгезионная прочность клея и ЦПР к различным материалам

Наименование склеенных образцов	Вид клея	Прочность образцов на изгиб и растяж., МПа до склеев.	Прочность склеенных образцов, МПа	Характер разрушения
газобетон- газобетон (40х40х160 мм)	Клей	1.35	1.5	когезионный по бетону
газобетон- газобетон (40х40х160 мм)	ЦПР	1,4	2.8	когезионный по бетону

С целью проверки этого предположения выполнены исследования по определению усадки клея и ЦПР при твердении образцов в естественных условиях. Линейную усадку определяли в течение 90 сут. Приготовление смеси осуществляли вручную и в смесителе-активаторе в течение 60 с. Показатели линейной усадки клея составов №1 и №2 приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Показатели линейной усадки ПЦК

№ составов	Вид смеси	Показатели усадки, мм/м через, <u>сут</u> твердения			
		10	30	60	90
1	ЦПР Активированный клей	0,22	0,48	0,79	0,86
		0,15	0,39	0,66	0,7
2. эталон цемент	<u>неактивированный.</u>	1,1	2,5	4,0	4,5
	Активированный	0,8	2,1	3,6	3,9

Анализ данных показывает, что линейная усадка всех составов увеличивается с ростом срока твердения (от 10 до 90 суток).

Активация смеси за счет улучшения микроструктуры снижает линейную усадку клея на 14-15%. Для состава №1 значения усадки при использовании ЦПР выше, чем при применении «Активированного клея» на всех сроках испытаний. Эталонный цемент демонстрирует наибольшие показатели усадки во все сроки твердения (до 4,5 мм/м к 90 суткам), что значительно превышает значения исследуемых составов.

Заключение

В результате проведённых экспериментальных исследований установлено:

1. Цементно-песчаный раствор демонстрирует более высокие показатели прочности на сжатие по сравнению с клеевым составом как в возрасте 7, так и 28 суток твердения.
2. Клеевой раствор обеспечивает достаточный уровень прочности, соответствующий нормативным требованиям для кладки ячеистых бетонов.
3. Адгезионная прочность соединений «газобетон–газобетон» для обоих составов характеризуется когезионным характером разрушения по телу бетона, что свидетельствует о высокой прочности сцепления.
4. Линейная усадка всех исследуемых составов возрастает с увеличением срока твердения.
5. Активация клеевой смеси способствует снижению линейной усадки на 14–15 % по сравнению с неактивированным составом.
6. Эталонный цемент характеризуется наибольшими усадочными деформациями (до 4,5 мм/м к 90 суткам), что значительно превышает показатели исследуемых растворов.

Таким образом, применение активированного клеевого состава позволяет снизить усадочные деформации и обеспечить более стабильное формирование структуры материала. Несмотря на несколько меньшую прочность на сжатие по сравнению с

цементно-песчаным раствором, клеевой состав обладает комплексом эксплуатационных преимуществ, что делает его перспективным для применения в кладке изделий из ячеистых бетонов.

Литература

1. Соломатов В.И., Тахиров М.К., Тахер Шах Мд. Интенсивная технология бетонов. –М.: Стройиздат, 1989. -289 с.
2. Чурилин Б.Б. и др. Оборудование для производства сухих строительных смесей. Строительные материалы, №6, 1998.
3. U. Turgunbayev. D.Sharipova “Dry mixes in modern construction using local raw materials and polymer additives”// XV International Online Conference “Improving Farming Productivity and Agroecology – Ecosystem Restoration” (IPFA 2023) E3S Web of conferences 452 (12), November 2023.
4. Дубошина, Н. М. Эффективные строительные смеси на основе местных материалов: автореф. дис. канд. тех. наук / Н. М. Дубошина. - Пенза, 1999. -18 с.