

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦЕМЕНТНО-ПОЛИМЕРНЫХ РАСТВОРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАМЕННОЙ КЛАДКИ

Онопrienко Н. Н., Дегтев И. А., Донченко О. М.

ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова», Белгород, Россия (308012, Белгород, ул. Костюкова, 46), e-mail: onopr@inbox.ru

Приведены результаты исследования деформативности и несущей способности каменной кладки в условиях ее центрального сжатия с использованием добавки водорастворимого полимера (метилцеллюлозы). Доказана целесообразность применения водорастворимых неионогенных полимеров в составах кладочных растворов с улучшенными технологическими и физико-механическими характеристиками. Установлены зависимости относительных продольных и поперечных деформаций кладки на цементно-песчаном растворе без добавки и с добавкой 0,5 % метилцеллюлозы от интенсивности нагружения. Несущая способность кладки на цементно-полимерном растворе на 20 % превышает несущую способность кладки на традиционном растворе. Рекомендуется использовать разработанные цементно-полимерные композиции с целью увеличения степени надежности зданий и сооружений в условиях динамических воздействий различного происхождения, в том числе эффективно их использование в целях повышения сейсмостойкости зданий и сооружений.

Ключевые слова: кладочные растворы, эффективность каменной кладки, добавки водорастворимых полимеров и эмульсий полимеров, несущая способность каменной кладки, деформативность каменной кладки.

USE OF CEMENT-POLYMER SOLUTION TO INCREASE THE EFFICIENCY MASONRY

Onoprienko N. N., Degtev I. A., Donchenko O. M.

Belgorod Shukhov State Technological University, Belgorod, Russia (308012, Belgorod, street Kostjukova, 46), e-mail: onopr@inbox.ru

The results of the study of deformability and the bearing capacity of masonry in its central compression using a water-soluble polymer additives (methylcellulose). The expediency of the use of water-soluble nonionic polymers in the compositions of masonry mortars with improved technological, physical and mechanical properties. The dependences of the relative longitudinal and transverse strains of masonry cement-sand mortar, without additives, and with the addition of 0.5% methylcellulose on the intensity of loading. Bearing capacity of masonry cement-polymer solution at 20% higher than the carrying capacity of masonry on the traditional solution. Recommended to use a cement-developed polymer compositions in order to increase the reliability of buildings and structures under dynamic effects of different origin, including their effectiveness in order to improve earthquake resistance of buildings.

Key words: masonry mortars, masonry efficiency, additives of water-soluble polymers, emulsion of polymers, bearing capacity of masonry, masonry deformability.

Введение

Возведение зданий из мелкоштучных стеновых материалов с использованием специальных видов кладочных растворов всегда представляло интерес с точки зрения повышения несущей способности кладки, архитектурно-художественной выразительности застройки, своеобразия внешних силуэтов и пластики интерьеров [3, 4].

Для обеспечения долговечности возводимых зданий и сооружений необходимо обеспечить надежную совместную работу составляющих кладки [1, 2]. Эта задача актуальна в связи с участвовавшими в последнее время случаями аварий и разрушений различного характера.

Традиционно используемые цементные кладочные растворы по ряду свойств не удовлетворяют требованиям, предъявляемым к растворам для каменной кладки повышенной степени надежности [2, 5, 7].

Для повышения эффективности работы кладки следует использовать модификацию кладочных растворов добавками полимеров [6–8].

В настоящее время добавки эмульсий и латексов полимеров вводятся в количестве 10...20 % от массы цемента. Рациональное решение этой проблемы заключается в сокращении расхода дорогостоящих полимеров.

Проведенные ранее исследования [7] показали, что растворы с добавкой водорастворимых неионогенных полимеров при сравнительно небольших дозировках (0,2–0,5 %) обеспечивают достаточно высокие показатели технологических и адгезионных свойств, что имеет важное значение в производстве кладочных работ.

Несущая способность и эффективность работы каменной кладки определяется не только прочностью её составляющих, но и их деформативными характеристиками: величиной и соотношением деформаций кирпича и раствора. Для повышения прочности кладки при центральном сжатии необходимо «улучшить» работу камня за счёт уменьшения деформаций раствора и снижения, тем самым, его внутренних напряжений.

Цель исследования

В связи с этим цель данной работы заключалась в исследовании несущей способности и эффективности работы каменной кладки в условиях центрального сжатия на основе кладочных растворов с добавками водорастворимых полимеров с учетом напряженно-деформативного состояния кладки.

Материал и методы исследования

В работе [1] приведены результаты исследований влияния эмульсии ПВА в количестве до 20...25 % в составе цементно-песчаного раствора на напряженно-деформативное состояние кладки. Однако недостатком кирпичной кладки с применением ПВА является повышенный расход дорогостоящей эмульсии и низкая водостойкость кладочного раствора.

В результате проведенных сравнительных исследований, в том числе при выполнении гранта № Б-5/12 в рамках Программы стратегического развития БГТУ им. В. Г. Шухова на 2012–2016 годы (№ 2011-ПР-146), установлено, что взамен 20 % ПВА-эмульсии в состав растворов целесообразнее вводить добавки неионогенных эфиров целлюлозы (например, метилцеллюлозы (МЦ) или оксиэтилцеллюлозы (ОЭЦ)) в количестве 0,5...1 %. Растворы с добавками полимеров МЦ и ОЭЦ сопоставимы по технологическим и физико-механическим характеристикам с растворами, содержащими эмульсию ПВА в указанных дозировках.

Преимуществом растворов, модифицированных эфирами целлюлозы, является значительно меньший расход полимера, меньшая усадка, лучшие экологические показатели и водостойкость (за счет снижения расхода полимера в 7...10 раз), большая прочность сцепления раствора с кирпичом, более равномерное заполнение швов кладки раствором.

Для исследования деформативности и несущей способности кладки в условиях ее центрального сжатия были изготовлены образцы-столбы кладки размером 25×25×100 см с использованием модульного силикатного кирпича ($R_{28}^{сж} = 15,2$ МПа, $R_{28}^{изг} = 2,7$ МПа) и растворов:

- 1) традиционного цементно-песчаного ($R_{28}^{сж} = 23,8$ МПа; $R_{28}^{изг} = 7,2$ МПа);
- 2) цементно-песчаного с добавкой 0,5 % МЦ; ($R_{28}^{сж} = 20,6$ МПа, $R_{28}^{изг} = 6,3$ МПа).

Соотношение цемент – песок в растворах составляло 1:3. Подвижность цементно-песчаного кладочного раствора без добавки и с добавкой метилцеллюлозы составляла 11 см по конусу СтройЦНИЛ, толщина растворных швов в кладке находилась в пределах 12–15 мм.

Продольные и поперечные деформации образцов-столбов, а также кирпича и раствора при ступенчатом нагружении фиксировали с помощью индикаторов часового типа с ценой деления 0,01 и 0,001 мм с разными базами установки.

Результаты исследования и их обсуждение

На рис. 1 и в таблицах 1, 2 приведены сравнительные результаты экспериментальных исследований деформативных свойств кирпичной кладки на традиционных цементно-песчаных растворах и цементно-полимерных растворах.

Как видно из графиков (рис. 1, а), зависимость между напряжениями и деформациями кладки, выполненной из силикатного полнотелого кирпича на цементно-песчаном растворе, – явно нелинейная. Криволинейность графиков деформаций кладки на традиционном растворе можно объяснить неравномерностью контактных прослоек между кирпичом и жестким раствором.

Высокая пластичность цементно-полимерного раствора обеспечивает более полный контакт с кирпичом и равномерное заполнение швов. Зависимости деформаций кладки от интенсивности нагружения в этом случае приближаются к линейным (рис. 1, б), в связи с чем, кладку на цементно-полимерном растворе можно в целом считать более однородной и упругой.

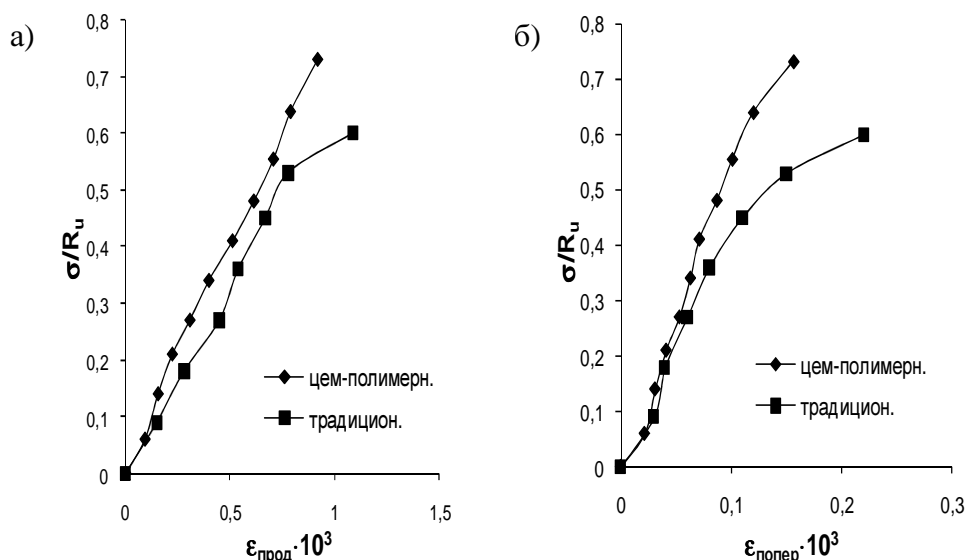


Рис. 1. Зависимость относительных продольных (а) и поперечных (б) деформаций кладки на цементно-песчаном растворе без добавки и с добавкой 0,5 % МЦ от интенсивности нагружения ($\epsilon_{\text{прод}}$ – относительная продольная деформация, $\epsilon_{\text{попер}}$ – относительная поперечная деформация, σ/R_u – интенсивности нагружения, σ – сжимающее напряжение, R_u – прочность кладки)

Отличительной особенностью деформирования кладки на растворе с добавкой 0,5 % метилцеллюлозы является также большее значение модуля упругости: в 1,5–1,8 раз (соответственно для начальной и конечной стадии нагружения кладки) по сравнению с традиционным цементно-песчаным раствором (табл. 1, 2). Коэффициент поперечных деформаций (ν) у кладки на цементно-полимерном растворе снижается с ростом нагрузки, вплоть до появления первых трещин в кладке. Это связано с меньшими поперечными деформациями кладки на растворе с добавкой 0,5 % метилцеллюлозы и довольно высокой адгезией его с силикатным кирпичом.

Таблица 1
Деформативные характеристики кладки
на цементно-песчаном растворе

σ/R_u	0,09	0,18	0,27	0,36	0,45	0,55	0,60
$E \cdot 10^{-3}$, МПа	5,33	5,71	5,33	5,93	5,97	5,15	4,86
$\nu = \epsilon_{\text{попер}} / \epsilon_{\text{прод}}$	0,13	0,14	0,13	0,15	0,17	0,19	0,20

Таблица 2
Деформативные характеристики кладки на цементно-песчаном растворе
с добавкой 0,5 % метилцеллюлозы

σ/R_u	0,06	0,21	0,27	0,34	0,48	0,55	0,62	0,73
$E \cdot 10^{-3}$, МПа	8,89	10,91	10,32	10,26	9,18	8,65	8,09	9,20
$\nu = \epsilon_{\text{попер}} / \epsilon_{\text{прод}}$	0,22	0,18	0,17	0,16	0,14	0,14	0,15	0,17

Разрушение кладки начиналось с появления первых трещин в отдельных кирпичах. Как правило, они возникали в центре длины ложка кирпича при нагрузке в среднем 0,45 от разрушающей у кладки на традиционном растворе и при нагрузке 0,62 от разрушающей – на цементно-полимерном растворе.

С ростом интенсивности нагружения локальные трещины объединялись в магистральные с последующим их перерастанием в поверхности разрушения. Появление магистральных трещин в кладке на цементно-песчаном растворе происходило при нагрузке 0,55...0,6, а на цементно-полимерном растворе при нагрузке 0,7...0,75 – от разрушающей.

Несущая способность кладки на цементно-полимерном растворе составила 11,6 МПа, что на 20 % выше несущей способности кладки на традиционном растворе. Коэффициент использования прочности кирпича в кладке возрос с 0,58 (кладка на цементно-песчаном растворе) до 0,77 (кладка на цементно-песчаном растворе с добавкой 0,5 % метилцеллюлозы).

Заключение

Таким образом, проведенные исследования деформативности и несущей способности кладки в условиях ее центрального сжатия подтвердили целесообразность использования добавки метилцеллюлозы в количестве 0,5 % в составе кладочного раствора. Использование разработанных растворов, с низким водоотделением, повышает монолитность кладки, предотвращает разупрочнение и трещинообразование кладки на стыке кирпича и раствора, улучшает физико-механические свойства кирпича и коэффициент использования прочности кирпича в кладке. Благодаря низкому расходу полимера такая кладка обладает повышенной водостойкостью по сравнению с традиционными составами и с добавкой ПВА-эмульсии.

В связи с этим рекомендуется использовать разработанные цементно-полимерные композиции с целью увеличения степени надежности зданий и сооружений в условиях динамических воздействий различного происхождения. Особенно эффективно их использование в целях повышения сейсмостойкости зданий и сооружений.

Список литературы

1. Дегтев И. А., Донченко О. М. Экспериментальные исследования деформирования и сопротивления кладки из силикатного кирпича на различных растворах при центральном

- сжатию // Строительные конструкции и инженерные сооружения: Сб. науч. тр. – М.; Белгород: МИСИ, БТСМ, 1982. – С. 3–11.
2. Дегтев И. А., Донченко О. М., Ежеченко Д. А. и др. Исследование прочности нормального сцепления стеновых материалов с раствором // Вестник БГТУ. – 2010. – № 1. – С. 77–80.
 3. Дегтев И. А., Лаврик Г. И. Малоэтажное эколого-экономическое жилище для массового строительства в условиях Белгородчины // Вестник БГТУ. – 2008. – № 1. – С. 32–34.
 4. Дегтев И. А., Лаврик Г. И. Сельское расселение: настоящее и будущее // Градостроительство. – 2010. – № 4. – С. 22–24.
 5. Дегтев И. А., Рахимбаев Ш. М., Тарасенко В. Н., Аниканова Т. В. К вопросу снижения усадочных деформаций изделий из пенобетона // Известия вузов. Строительство. – 2007. – № 12. – С. 41–44.
 6. Корнеев В. И., Крашенинникова Л. А. Сухие строительные смеси на основе портландцемента // Цемент и его применение. – 1998. – № 3. – С. 27–31.
 7. Оноприенко Н. Н. Кладочные растворы на основе минеральных вяжущих с полимерными добавками: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Белгород, 2004. – 23 с.
 8. Рахимбаев Ш. М., Дегтев И. А., Оноприенко Н. Н. Композиционные материалы с добавками водорастворимых полимеров // Приложение к научно-техническому журналу «Строительные материалы» № 9. – 2004. – № 4. – С. 15–16.

Рецензенты:

Юрьев Александр Гаврилович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой сопротивления материалов и строительной механики, Министерство образования и науки России, ФГБОУ Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород.

Лесовик Руслан Валерьевич, доктор технических наук, профессор, проректор по международной деятельности, профессор кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций, Министерство образования и науки России, ФГБОУ Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова, г. Белгород.