

Из данных таблицы 1 следует, что отклонение в прочности кладки при сжатии вдоль и поперек горизонтальных растворных швов стандартных образцов и образцов – призм не превышало 6%, и при этом разница в значениях модулей упругости находилась в пределах 1-2%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методики определения прочности каменной кладки на образцах – трехгранных призмах, вырезанных непосредственно из тела конструкции, может быть рекомендована для внедрения в практику обследования каменных конструкций.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Испытание каменной кладки. Методы испытаний каменной кладки: СТБ EN 1052-1. – Часть 1: Определение прочности при сжатии: EN 1052-1. – Введ.: 07.10.1998. – СЕН/ТС 125. – 10 с.
2. Проектирование каменных конструкций: СТБ EN/1996-1-1-2008. – Часть 1-1: Общие правила для армированных и неармированных каменных конструкций. – Мн.: РУП «Стройтехнорм», 2008 – 127 с.
3. Деркач, В.Н. Методы оценки прочности каменной кладки, в отечественной и зарубежной практике обследования зданий и сооружений / В.Н. Деркач, Н.М. Жерносок // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2010. – № 3. – С. 135–143.
4. Klaus, Gaber Vorschlag für ein neues Verfahren zur Prüfung der Druckfestigkeit von bestehendem Mauerwerk / Gaber Klaus, Rick Kupper. – Mauerwerk 16. – 2012. – Heft 6.

УДК 693.22.004.18

Грушевская Е.Н., Мусафирова Г.Я., Максимович С.В.

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ДОБАВКАМИ ВТОРИЧНЫХ ПОЛИМЕРОВ

В данной работе рассматривается модификация цементных вяжущих добавками вторичных термопластичных полимеров, а именно вторичным полиамидом и поливинилхлоридом, при использовании которых возможно получение материалов с высокими физико-механическими свойствами, улучшенными гидрофизическими и трибологическими показателями.

Снижение затрат в строительстве можно решить путем получения новых строительных материалов. Минеральные вяжущие вещества, несмотря на свои преимущества, обладают рядом недостатков и требуют введения модифицирующих добавок.

Модифицирующие компоненты позволят сократить сроки производства работ и увеличить оборачиваемость оборудования и оснастки за счет улучшения физико-механических, гидрофизических и технологических характеристик строительных материалов.

В твердении вяжущих веществ с полимерными добавками обычно участвуют оба компонента. Степень такого участия в большой степени зависит от свойств и состава как неорганического вяжущего, так и полимерной добавки. Такие композиции приобретают свойства от каждого компонента, при этом добавки полимеров увеличивают предельную растяжимость бетонов, их ударную вязкость, прочность на растяжение и изгиб, сопротивление истиранию, адгезию к другим материалам и др. [1].

Повышенная стоимость и специфические свойства полимерцементных материалов определяют рациональные области их применения: тонкослойные по-

крытия, адгезивные составы при отделочных и ремонтных работах, монолитиче-
вающие составы и др. [2].

Поливинилхлорид (ПВХ) является одним из многотоннажных полимеров и
соответственно образует наибольшее количество отходов, поскольку применя-
ется в самых разных областях техники для производства как строительных, так
других промышленных и бытовых материалов и изделий (линолеум, сайдинг,
отделочные плиты, трубы, кожухи, плинтуса, мебель, тара, упаковка и др.). До-
ля техногенных отходов ПВХ составляет 60% от общего количества всех поли-
мерных отходов. Переработка отходов ПВХ затруднена в связи с тем, что мате-
риалы и изделия из ПВХ имеют сложный состав, включающий различные до-
бавки, и подвергаются значительным изменениям во время эксплуатации [3].

Значительное место среди твердых полимерных отходов занимают отходы
полиамидов (ПА), образующиеся в основном при производстве и переработке в
изделия волокон (капрон и амид), а также вышедшие из употребления изделия.
Количество отходов при производстве и переработке волокна достигает 15%
(из них при производстве – 11...13%). Так как ПА дорогостоящий материал,
обладающий рядом ценных химических и физико-механических свойств, ра-
циональное использование его отходов приобретает особую важность [4].

Переработка отходов способствует улучшению экологической обстановки и
внедрению безотходных технологий получения материалов и изделий [5].

Следует отметить, что полимерные добавки обычно вводят в строительные
материалы в небольших количествах (1–5% от массы минерального вяжущего)
с целью их пластификации или гидрофобизации [6].

Целью работы является разработка композиционных материалов на основе
минеральных вяжущих, модифицированных дисперсными добавками втори-
чных термопластичных полимеров, при использовании которых возможно полу-
чение материалов с высокими физико-механическими свойствами и улучшен-
ными гидрофизическими показателями. Назревшие экологические проблемы, а
также истощение сырьевой базы нашей страны, показали актуальность прово-
димых исследований для современного материаловедения.

Методика исследований

В данной работе в состав полученного цементно-полимерного материала
входили следующие компоненты: в качестве минерального вяжущего приме-
нялся портландцемент 500-Д20 (ГОСТ 10178-85) с нормальной плотностью це-
ментного теста 25%, в качестве органического вяжущего – вторичный поли-
амид (ТУ 6-13-3-88) и вторичный поливинилхлорид (ГОСТ 14332-78), измель-
ченные криогенным способом до 0,14–0,63 мм.

Цементно-полимерный материал получали смешиванием тонкодисперсного
полимера с цементом до однородного состояния и последующим постепенным
добавлением воды затворения с добавкой гиперпластификатора Реламикс (ТУ
5870-002-14153664-04), вводимой в количестве 0,45%.

Полимер вводили в количестве 2,5;5% и 15% от массы минерального вяжущего
(П/Ц = 0,026; 0,056; 0,176). Готовую модифицированную смесь укладывали
в формы в виде балочек размером 40х40х160 и уплотняли на виброплощадке
в течение ≈1 мин. Далее образцы помещали в пропарочную камеру на 12 часов
с температурой 80–85⁰С. Спустя 7 суток испытывали прочность на изгиб полу-
ченных образцов. Для определения использовался пресс Quasar 50, при испыта-
ниях нагрузку постепенно увеличивали до разрушения образцов. Спустя 28 су-
ток определяли прочность на сжатие, при испытаниях нагрузку также посте-
пенно увеличивали до разрушения образцов.

Для определения водопоглощения образцов их взвешивали на весах. Затем образцы помещались в емкость, наполненную водой с таким расчетом, чтобы уровень воды в емкости был выше верхнего уровня уложенных образцов примерно на 50 мм, температура воды в емкости составляла $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$. Через 24 часа после погружения образцов в воду их вынимали из воды, вытирали тканью, взвешивались на весах; на основании чего и определяли водопоглощение полученных материалов.

Истираемость цементно-полиамидных образцов определяли в возрасте 7 суток (ГОСТ 13087-81). Образцы для испытаний на круге истирания имели форму куба с ребром длиной 70 мм. Образцы испытывали сериями. Число образцов в серии три. Их устанавливали в специальные гнезда круга истирания. К каждому образцу (по центру) прикладывали сосредоточенное вертикальное усилие 300 Н, что соответствует давлению 60 кПа. На истирающий диск равномерным слоем насыпали первую порцию 20 г шлифзерна 160–200 мкм (ГОСТ 3647-80). После установки образца и нанесения на истирающий диск абразива включали привод круга и производили истирание. Через каждые 30 м пути истирания, пройденного образцами (28 оборотов на истирающем круге типа ЛКИ-2), истирающий диск останавливали. С него удаляли остатки абразивного материала и истертого в порошок бетона и насыпали на него новую порцию абразива и снова включали привод истирающего круга. Указанную операцию повторяли пять раз, что составляет один цикл испытаний (150 м пути испытания). После каждого цикла испытаний образец вынимали из гнезда, поворачивали на 90° в горизонтальной плоскости (вокруг вертикальной оси) и проводили следующие циклы испытаний. Всего проводили 4 цикла испытаний для каждого образца (общий путь истирания равен 600 м).

После четырех циклов испытания образцы вынимали из гнезд, обтирали сухой тканью, взвешивали и по потере массы на 1 см^2 оценивали сопротивление истиранию исследуемых образцов.

Результаты исследований

Проведенные эксперименты показали, что оптимальный состав миксвещающего: П/Ц=0,056, что составляет 5% полиамида и П/Ц=0,026, что составляет 2,5% поливинилхлорида. Именно при таком соотношении наблюдается повышение предела прочности при изгибе полиамид-цементного материала на 47,7%, а поливинилхлорид-цементного на 40% (рисунок 1). Следует отметить, что при содержании в полученном материале 2,5% полиамида наблюдается повышение прочности при сжатии на 2,4% (рисунок 2).

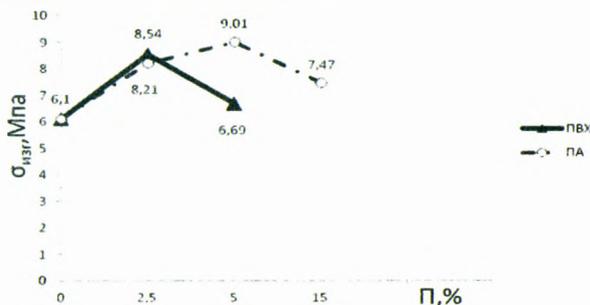


Рисунок 1 – Зависимость предела прочности при изгибе цементно-полиамидных образцов от содержания полимера

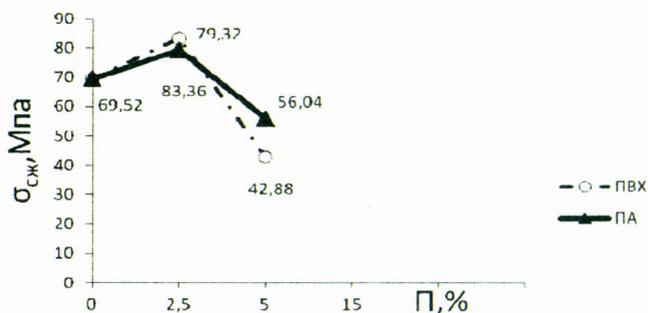


Рисунок 2 – Зависимость предела прочности при сжатии цементно-полиамидных образцов от содержания полимера

Это можно объяснить тем, что полимерное связующее образует упругие прослойки между кристаллическими новообразованиями цементного вяжущего, адсорбируясь на его поверхности и благодаря высоким адгезионным свойствам органического связующего, повышает прочность и деформативность материала при изгибе. При дальнейшем увеличении содержания полимерной составляющей (более 5% ПА и 2,5% ПВХ) наблюдается снижение предела прочности полученных образцов на изгиб, что объясняется ослаблением внутренней структуры минеральной матрицы цементно-полимерных образцов. Полученные результаты подтверждаются также уменьшающимися значениями средней плотности (рисунок 3). Это также можно объяснить тем, что истинная плотность полимеров в 2-3 раза меньше, чем цемента: истинная плотность полиамида 1010–1140 кг/м³, поливинилхлорида 1350–1430 кг/м³, а цемента 3000–3200 кг/м³.

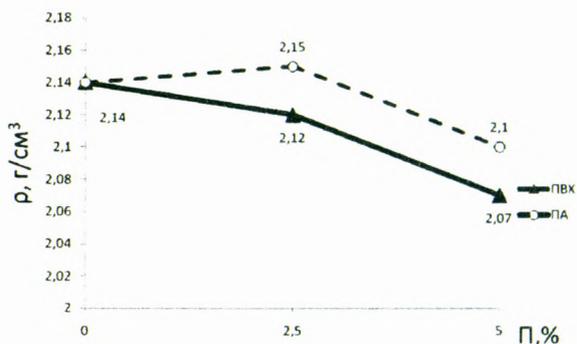


Рисунок 3 – Зависимость средней плотности цементно-полимерных образцов от содержания полимера

При содержании в цементно-полиамидном материале полимера более 2,5% увеличивается их водопоглощение в среднем на 18% вследствие того, что часть воды адсорбируется на частицах органического гидрофильного полиамидного связующего. В отношении ПВХ-цементных образцов при увеличении содержания полимера до 5% наблюдается уменьшение водопоглощения на 57,5%, что можно объяснить гидрофобностью этого полимера (рисунок 4).

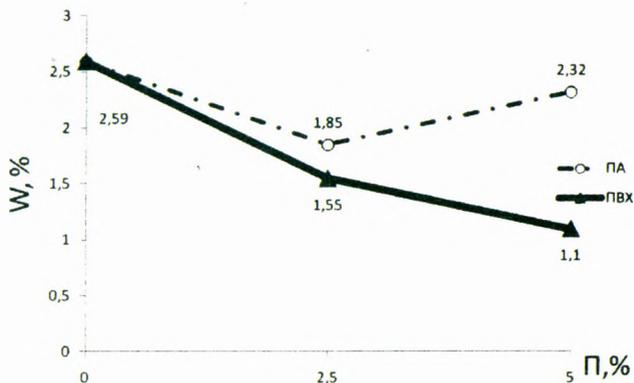


Рисунок 4 – Зависимость водопоглощения цементно-полимерных образцов от содержания полимера

Особенностью цементно-полиамидных материалов является их высокая износостойкость. Сопротивление истиранию возрастает с увеличением содержания в них полимерных добавок. Материал с содержанием вторичного полиамида в количестве 5 % (в пересчете на сухое вещество) массы цемента по износостойкости составляет $0,18 \text{ г/см}^2$, что свидетельствует о достаточно высокой износоспособности разработанного материала и следовательно, возможности применения его в дорожном строительстве.

Таким образом, при сравнении композиционных материалов, модифицированных вторичными ПА и ПВХ, пришли к выводу, что можно получить новые импортозамещающие материалы с повышенной прочностью на изгиб на 40–50%; улучшенными гидрофизическими свойствами и трибологическими характеристиками. Следовательно, оптимальная область применения цементно-полиамидных материалов: для конструкций, работающих на изгиб; для тонкослойных и дорожных покрытий и антифрикционных материалов, а ПВХ-цементные материалы помимо названных областей применения можно использовать для получения адгезивных и гидроизоляционных составов при отделочных и ремонтных работах.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Волженский, А.В. Минеральные вяжущие вещества: учеб. для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 464 с.
2. Баженов, Ю.М. Бетонполимеры. – М.: Стройиздат, 1983. – 472 с.
3. Попова, М.Н. Структура и свойства вторичных полиолефинов и поливинилхлорида: дис...д-ра хим. наук: 02.00.04/ М.Н. Попова. – М., 2011. – 380 л.
4. Утилизация и вторичная переработка полимерных материалов: учеб. пособие / А.С. Клишков П.С. Беляев, М.В. Соколов. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 80 с.
5. Попова, М.Н. Строительные материалы и изделия на основе вторичного поливинилхлорида: дис...д-ра хим. наук: 05.23.05 / М.Н. Попова. – М., 1988. – 158 л.
6. Попов, К.Н. Полимерные и полимерцементные бетоны, растворы и мастики. – М.: Высш. шк., 1987. – 72 с.
7. Гринин, А.С. Промышленные и бытовые отходы: хранение, утилизация, переработка. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 2002. – 336 с.