

УДК 691.342:678.066

ЗАЩИТНЫЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРСЕРНЫХ БЕТОНОВ

Т.А.Турмамбеков, Е.Аманкулов, З.А.Естемесов
ЮКГУ им. М. Ауезова, г. Шымкент
ТОО «Центральная лаборатория сертификационных испытаний
строительных материалов», г. Алматы

Разработка композиционных материалов на основе серы и серного полимера для тепло-, гидроизоляционных материалов и строительства дорог является весьма перспективной и актуальной.

Запасы серы, вырабатываемой при очистке нефти и газа в Казахстане, исчисляются в количестве более 7 млн тонн [1]. Поэтому вопросы вовлечения серы в качестве вяжущего материала для иммобилизации и инкапсуляции опасных и радиоактивных отходов представляют несомненный практический и экологический интерес, поскольку проблема захоронения токсичных промышленных отходов остается нерешенной из-за неудовлетворения все возрастающих потребностей в относительно дешевых, механически прочных и с гидроизолирующими свойствами материалах.

Как известно, бетон хорошо сопротивляется сжатию и значительно хуже – растяжению. Эта особенность бетона наиболее неблагоприятна для изгибаемых и растянутых элементов, широко распространенных в зданиях и сооружениях. Отмеченное обстоятельство сильно сужает область применения неармированного бетона, делая его использование целесообразным, главным образом, в сжатых элементах. Расширение области применения бетона достигается введением стальной арматуры, рационально расположенной в конструкциях, для восприятия растягивающих усилий.

Усиление бетонных элементов арматурой возможно, если обеспечена их совместная работа. Одним из критериев совместимости является соотношение коэффициентов линейного температурного расширения (КЛТР) бетона и арматуры [2]. При равенстве КЛТР обеспечивается идеальная совместная работа бетона и арматуры. Если КЛТР не равны между собой, то в

зоне контакта арматуры с бетоном возникают напряжения, которые значительно снижают несущую способность и долговечность конструкции.

Как показали исследования, проведенные Ю.И. Орловским, в зоне контакта серного бетона с арматурой возникают напряжения, величина которых, по сравнению с напряжениями, возникающими в зоне контакта арматуры с цементным бетоном, выше на 5-18 %. Однако, эти напряжения имеют различные знаки. В цементном бетоне в зоне контакта с арматурой возникают растягивающие напряжения, а в серном бетоне – сжимающие. Это обеспечивает создание вокруг арматуры плотного слоя серного бетона, который защищает ее от действия неблагоприятных факторов.

Сохранность арматуры в бетоне является необходимым условием долговременной работы строительной конструкции. Действие неблагоприятных факторов (механические повреждения, вода, растворы кислот и т.д.) приводит к коррозии арматуры в бетоне и снижению несущей способности конструкции.

По вопросу сохранности арматуры в серном бетоне среди исследователей нет единого мнения. Одни исследователи считают, что серный бетон не может обеспечить длительную и надежную защиту стальной арматуры, так как водородный показатель таких материалов находится в пределах 7,5 - 7,8, то есть они не могут обеспечить пассивирующего действия. Поэтому незначительные повреждения в защитном слое бетона приведут к интенсивной коррозии арматуры. Другие исследователи считают, что отсутствие в серном бетоне пористо-капиллярной структуры значительно ограничивает контакт арматуры с агрессивной средой, что и обеспечивает ее длительную защиту.

Поэтому необходимо рассмотреть зависимость сохранности арматуры в серном бетоне от вида используемого наполнителя. Как было показано в [2], водостойкость образцов серных композитов, изготовленных на кварцевой муке, значительно ниже, чем на баритовом наполнителе. Поэтому следует ожидать, что и сохранность арматуры в образцах серного композита (СК), наполненных баритом, будет выше, чем на кварцевом песке.

В данной работе было проведено исследование защитных свойств серных композитов по отношению к стальной арматуре. Для проведения испытаний были изготовлены образцы СК цилиндрической формы с геометрическими размерами: $\varnothing = 50$ мм, высота $h = 100$ мм. Образцы содержали заполнитель (барит фракции 0,14 - 0,315 мм) в количестве 55% по объему.

Для сопоставления экспериментальных данных были дополнительно изготовлены образцы на кварцевом песке фракции 0,140 - 0,315 мм.

Образцы для испытаний приготавливали по следующей методике. После формования в центр образца помещали предварительно очищенный от примесей арматурный стержень (арматура гладкого профиля, $\varnothing = 5$ мм). Глубина заделки составляла 90 мм. Часть арматурного стержня находилась вне образца. Формы после охлаждения до температуры $20 \pm 2^\circ\text{C}$ подвергали распалубке.

Часть образцов через 7 суток после изготовления была подвергнута испытаниям, другая часть образцов была помещена в герметичные емкости, содержащие воду, а третья часть хранилась в комнатных условиях.

Сохранность арматуры в серном композите (СК) оценивали по прочности сцепления.

Как показали испытания, начальная прочность сцепления арматуры с серными композитами, изготовленными на кварцевом песке и баритовом наполнителе, составляет, соответственно, 2,36 и 1,96 МПа. То есть, начальная прочность сцепления арматуры с серным композитом, изготовленным на кварцевом песке, выше аналогичного показателя для композита, изготовленного на барите. Однако, после выдерживания в воде в течение 200 суток прочность сцепления арматуры с СК на кварцевом песке снижается с 2,36 до 1,82 МПа, то есть на 30%. Визуальный осмотр стержней показал, что на поверхности заармированных участков наблюдается образование ржавчины, что свидетельствует о протекании процессов коррозии. Снижение прочности сцепления арматуры с СК на кварцевом песке можно объяснить коррозионным разрушением арматурного стержня и снижением когезионной прочности СК.

Прочность сцепления арматуры с серными композитами, изготовленными на барите, после 200 суток хранения в воде и в комнатных условиях увеличилась, соответственно, с 1,96 до 3,85 МПа и с 1,96 до 2,25 МПа. Это можно объяснить процессами химического взаимодействия между арматурой и серой. На протекание этого взаимодействия указывает визуальный осмотр

стержней. На заармированных участках наблюдается почернение поверхности, что свидетельствует об образовании некоторого количества сульфида железа. Образующийся сульфид железа, очевидно, увеличивает силы трения, чем объясняется повышение прочности сцепления.

Наибольшее влияние на механические свойства полимерсерных бетонов оказывают: каркас из частиц наполнителя, заполнителя; межфазный слой (МФС) со свойствами, отличными от свойств исходного полимера; перколяционные эффекты (перетекания).

При изменении структуры наполненного полимера с увеличением концентрации частиц наполнителя m_1 происходит переход от изолированных частиц к изолированным кластерам, и наконец, к бесконечным кластерам из плотноупакованных частиц. Затем с ростом m_1 увеличивается объем БК и при некоторой концентрации $m_1 = m_{1\max} = 0,6$ весь объем полимера равномерно заполнен частицами. Контактное взаимодействие частиц в полимере происходит через тонкие прослойки полимера (межфазную зону), так как вязкость последнего велика и для его вытеснения из области контакта необходимы большие давления. Тонкая прослойка полимера в области контакта приводит к тому, что эффективные свойства наполненного полимера слабо зависят от свойств частиц наполнителя.

В рамках перколяционной модели были проведены расчеты по исследованию механических свойств серных полимерных бетонов. С помощью разработанной для этих целей программы «Эффективные характеристики» был создан банк значений вводимых свойств матрицы (серы), наполнителей и заполнителей.

В качестве наполнителей и заполнителей использовались следующие дисперсные материалы: железо, свинец, барит, феррит, кварц, циркон, гематит и магнетит. Объемное содержание наполнителей варьировалось от 0 до 50 % с шагом в 10 %.

Программа позволяет теоретическим путем исследовать механические свойства рассматриваемого гетерогенного материала, а именно: модуль упругости Юнга, объемный модуль упругости, модуль сдвига, а также коэффициент температурного расширения.

Все результаты расчетов представлены на рисунках 1–4.

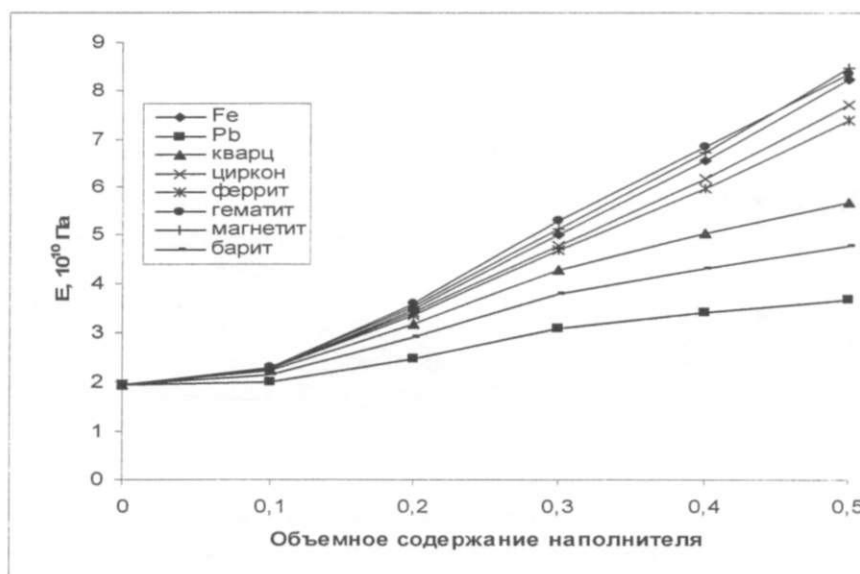


Рисунок 1 - Зависимость модуля упругости дисперсно наполненного серного полимера от концентрации и типа наполнителя

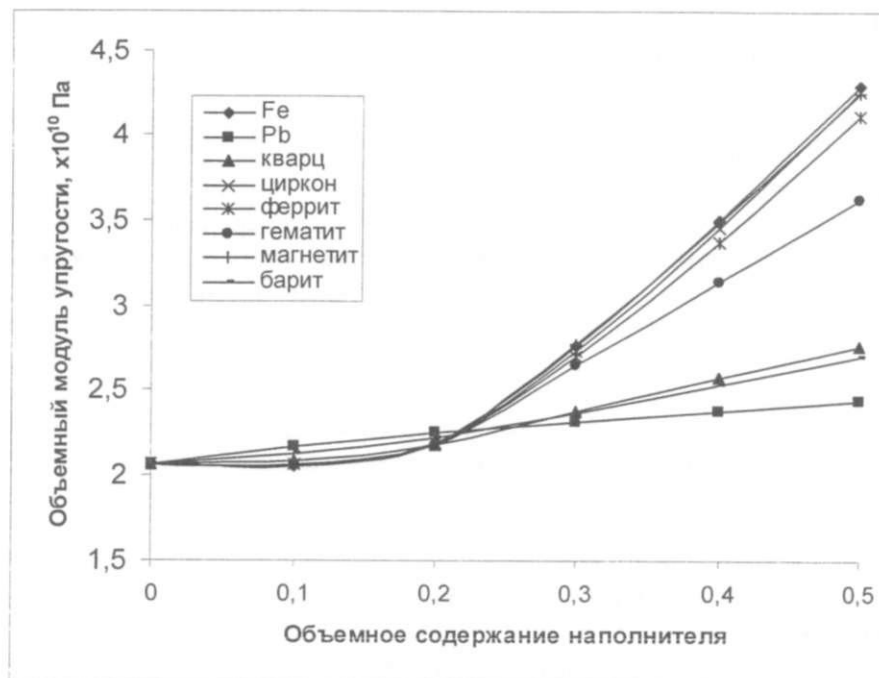


Рисунок 2 - Зависимость объемного модуля упругости дисперсно наполненного серного полимера от концентрации и типа наполнителя

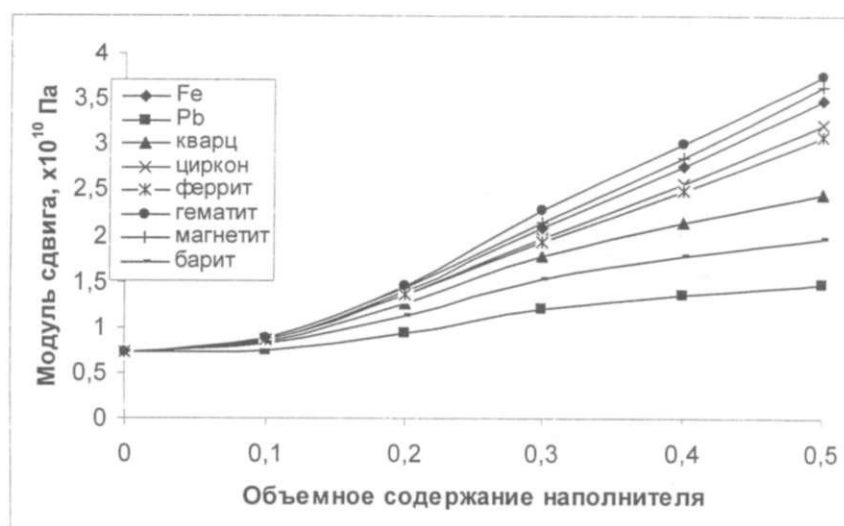


Рисунок 3 - Зависимость модуля сдвига дисперсно наполненного серного полимера от концентрации и типа наполнителя

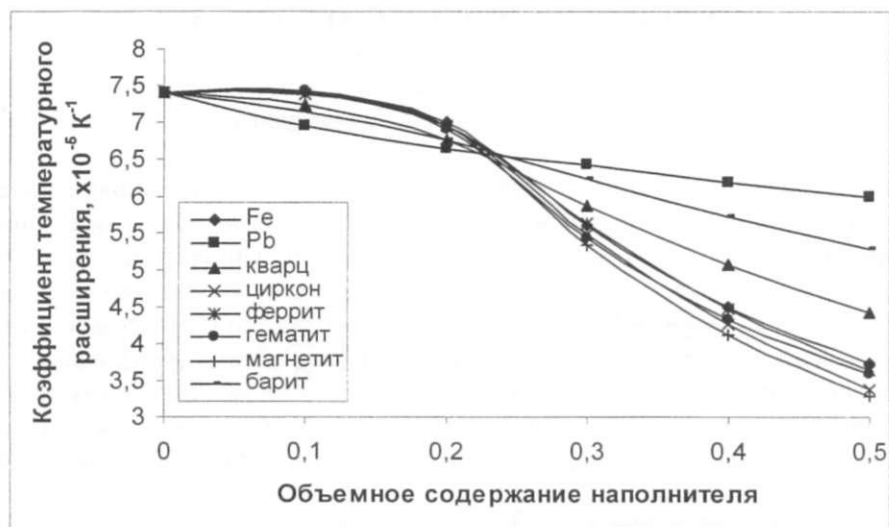


Рисунок 4 - Зависимость коэффициента температурного расширения дисперсно наполненного серного полимера от концентрации и типа наполнителя

Таким образом, проведенными исследованиями установлено, что серные композиты, наполненные дисперсным баритом, позволяют обеспечить более длительную защиту арматуры, чем серные композиты на кварцевом песке. Экспериментальные исследования и проведенные расчеты показали, что полимерсерные бетоны практически не уступают традиционно изготовленным бетонам на основе портландцемента по ряду важных механических свойств.

Литература

- 1 Мукашев Т.А. Промышленные отходы в системе рынка производственных ресурсов // Социально-экономические проблемы региона в условиях перехода к рыночным отношениям.- Алматы: Ғылым, 1996.
- 2 Орловский Ю.И., Семченков А.С., Записоцкий П.В., Ращинский В.Н. Термические свойства и совместимость серных бетонов с арматурой //Бетон и железобетон.- 1995.- № 6. – С.6-9.
- 3 Аманкулов Е. Влияние различных модифицирующих добавок на водостойкость и водопоглощение серных композитов // Новости науки Казахстана.

Қорытынды

Болат арматураға байланысты күкірт композиттерінің сақтағыш қасиеттері зерттелінген. Цилиндр формалы күкірт композиттерінің үлгілеріне көлемі бойынша 55% толтырғыш (0,14 – 0,315мм фракциялы барит) қосылған. Қасиеттерін салыстыру үшін кварц құмы бар үлгілер жасалынған.

Барит толтырғышы арматураның күкірт композитімен жабысу беріктігін арттырып, күкірт бетонындағы арматураның сақталуын арттыратындығы жүргізілген зерттеулермен тағайындалған.

Summary

The dependence of the sulphur moistening marginal angle on the introduction of additives of aromatic, limited and non limited and non-limited rows has been studied.