

УДК 691.175:69.059

Д.В. Руденко,
Восточноукраинский национальный университет
имени Владимира Даля, г. Луганск

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ ЦЕМЕНТНОЙ МАТРИЦЫ БЕТОНА, МОДИФИЦИРОВАННОЙ ПОЛИМЕРМИНЕРАЛЬНЫМ КОМПЛЕКСОМ

(стаття підготовлена на підставі матеріалів доповіді на науково-практичній конференції «Проблеми і перспективи розвитку міст України», м. Ужгород, 20-23 травня 2010 року)

В статье представлены результаты исследования влияния модифицирующих компонентов на процессы структурообразования цементной матрицы бетона, предназначенного для ведения ремонтно-восстановительных работ.

Существует множество способов целенаправленного управления структурообразованием бетонных смесей на разных стадиях твердения [1]. Наиболее рациональным способом является регулирование структуры с помощью введения модификаторов. Модифицирование бетонных смесей различными химически активными компонентами целенаправленно изменяет процессы твердения и формирования структуры, обеспечивает улучшение технологических свойств материала. При этом добавки классифицируются в зависимости от достигаемого эффекта – замедлители твердения, пластификаторы, понизители водоотдачи. Однако наиболее эффективны добавки комплексного действия, например, карбоксилатный дивинилстирольный латекс, полиэтиленоксид, оксиэтилцеллюлоза, полиэтилгидросилоксан (ГКЖ) и др. [2, 3].

Улучшение физико-механических и гидроизоляционных характеристик бетона для восстановления несущей способности конструкций непосредственно связано с влиянием полимерных компонентов на формирование структуры материала. Свойства полимерных материалов определяются структурой, а также характером взаимодействия составляющих компонентов.

При производстве восстановительных работ на сооружениях специального назначения особое внимание уделяется обеспечению высокой адгезии ремонтного слоя к старому бетону, а также понижению проницаемости поверхности восстановленных конструкций. Поэтому целью исследований является получение бетона с повышенными эксплуатационными характеристиками, предназначенного для восстановления несущей способности конструкций сооружений специального назначения за счет введения в состав цементной матрицы активных компонентов, химически взаимодействующих с клинкерными минералами.

Для исследований выбраны карбоксилатный дивинилстирольный латекс БСК и диэтиленгликоль. При турбулентном перемешивании диэтиленгликоля с ПГПФ получен диэтиленгликольаэросил (ДЭГА), частицы которого несут органическое покрытие состава $[-O-(CH_2)_2-O-(CH_2)_2-OH]_n$, соединенное с атомами кремния. Органоаэросил получается при замещении силанольных групп поверхности органическими функциональными группами. Органоаэросилы представляют собой высокодисперсные препараты SiO_2 аморфной структуры с гидроксильным, модифицированным органогруппами поверхностным покровом. При модифицировании ПГПФ диэтиленгликолем увеличивается дисперсность частиц, удельная поверхность достигает $1500 \text{ м}^2/\text{кг}$.

Установленное изменение свойств полимера в межфазном слое объясняется образованием контактных связей физической и химической природы между отдельными атомами и группами атомов полимерных цепей и поверхности высокодисперсных минеральных частиц твердой фазы. Характер и силы взаимодействия в контактной зоне зависят от активности портландцемента и степени модифицирования микронаполнителя.

При взаимодействии комплексного модификатора (диэтиленгликольаэросила и латекса) с цементными частицами структура и свойства модификатора претерпевают качественные изменения и тем значительнее, чем тоньше пленки модификатора на поверхности или между поверхностями зерен цемента и аэросила и интенсивнее силы поляризации.

У заполнителей бетона удельная поверхность невелика и явления, происходящие на поверхности раздела фаз, не оказывают существенного влияния на процесс структурообразования цементной матрицы. В дисперсных системах, например, у цемента или микронаполнителя, удельная поверхность велика, поэтому представляет интерес исследование влияния дисперсных компонентов на процесс структурообразования модифицированной матрицы бетона.

При взаимодействии молекул модификатора с частицами цемента их поверхность покрывается тонким слоем полимера, который удерживается адсорбционными силами. Источником этих сил являются некомпенсированные связи на поверхности цемента или в межфазном слое. Основой адсорбционных процессов является всеобщий закон, выражающийся в самопроизвольном уменьшении запаса свободной энергии в системе. Стремясь снизить свою поверхностную энергию и нейтрализовать электрический заряд, дисперсная частица цемента притягивает к себе молекулы полимерного модификатора, имеющие дипольную структуру. Под влиянием силового поля, создаваемого активными центрами на поверхности частиц цемента, к которым притягиваются диполи полимера, снижается кинетическая энергия его молекул, что затрудняет их отрыв от минеральных частиц. Поскольку активные центры отделены друг от друга энергетическими барьерами, то для перемещения молекул моди-

фикатора в силовом поле поверхности частиц цемента необходимо внешнее тепловое или механическое воздействие.

Молекулы модификатора образуют пленки вокруг частиц цемента. Толщина сольватной оболочки полимера зависит от минералогического состава, размера и формы частиц цемента, а также от внешних условий. Частицы микронаполнителя практически не обладают активностью по отношению к полимеру, в отличие от частиц цемента, поэтому характер взаимодействия их с диполями полимера различен. При одинаковом минералогическом составе на минеральных частицах большего размера образуется слой полимера большей толщины, чем на частицах меньшего размера. Это явление объясняется тем, что в непосредственной близости от поверхности цементных частиц силовое поле мало зависит от их размера, поэтому степень притяжения примерно одинакова у частиц различной крупности. По мере удаления от поверхности напряжение силового поля изменяется неодинаково – на одном и том же расстоянии от поверхности напряжение меньше у мелких частиц с большей кривизной поверхности, чем у более крупных. В итоге крупные частицы цемента окружены пленками модификатора большей толщины в сравнении с мелкими частицами.

В процессе твердения модифицированной цементной матрицы бетона происходит изменение морфологии продуктов гидратации. В процессе продолжающейся гидратации зерен цемента увеличивается объем кристаллогидратов вследствие химического взаимодействия свободной извести с аэросилом, сопровождающегося образованием дополнительного количества гидросиликатов кальция. В связи с этим постепенно уменьшается объем капиллярно-пористого пространства, оцениваемого пористостью и проницаемостью формирующейся цементной матрицы. Результаты измерения пористости образцов модифицированной цементной матрицы бетона методом ртутной порометрии представлены на рис. 1.

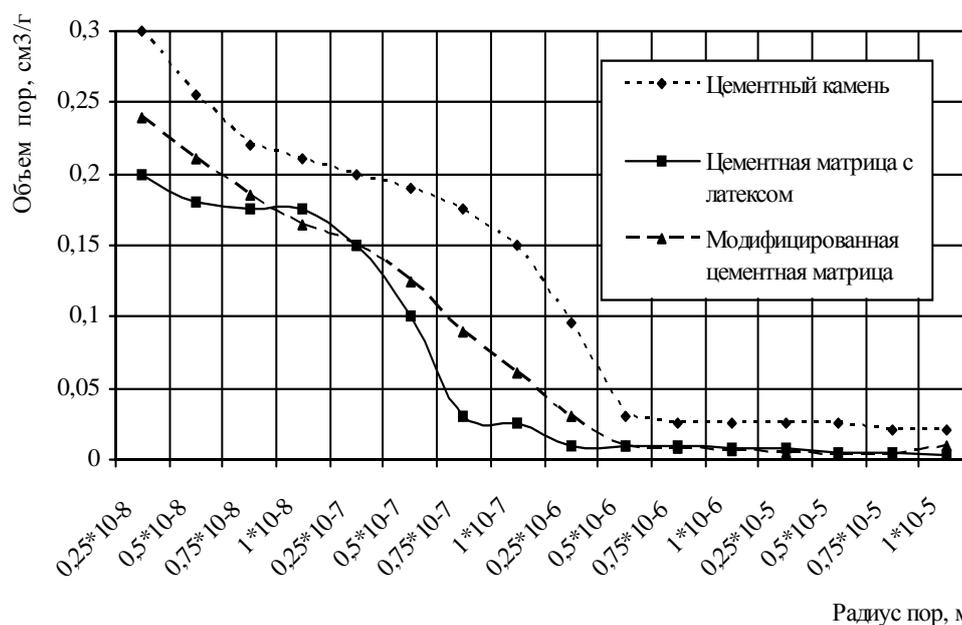


Рис.1. Интегральная пористость цементной матрицы в возрасте 28 суток.

Ход кривых интегральной пористости (см. рис. 1) свидетельствует об уменьшении объема пор при модифицировании цементной матрицы бетона. Распределение пор по размерам показывает, что модифицирование цементной системы приводит не только к уменьшению общего объема пор, но также к изменению объемов пор определенных размеров. В образцах обычного цементного камня бетона значителен объем макропор радиусами $10^{-6} \dots 10^{-5}$ м и переходных пор радиусами $10^{-8} \dots 10^{-7}$ м, которые теоретически проницаемы для воды, т.е. служат путями фильтрации при эксплуатации сооружения во влажных условиях. При введении латекса в состав бетонной смеси максимум пористости цементной матрицы приходится на поры радиуса $7 \cdot 10^{-8}$ м, а при модифицировании ДЭГА - $2 \cdot 10^{-8}$ м.

Вывод. Установлено увеличение прочности модифицированной цементной матрицы бетона при введении латекса в процессе синтеза диэтиленгликоляэросила вследствие того, что полимерные частицы латекса своими функциональными группами взаимодействуют с поверхностными органо-группами высокодисперсного кремнезема, повышая активность клинкерных силикатных минералов и гидросиликатных новообразований, что приводит к повышению прочности матрицы. При этом прочность модифицированной ДЭГА и латексом цементной матрицы в возрасте 28 сут возрастает на 21...26% по сравнению с цементным камнем без добавок.

Список использованных источников

1. Саницкий М.А. Некоторые вопросы кристаллохимии цементных минералов. – Киев: УМК ВО, 1990. – 60 с.
2. Мэнсон Дж., Сперлинг Л. Полимерные смеси и композиты. – Пер. с англ. - М.: Химия, 1979. – 440 с.
3. Бартенев Г.М., Зеленев Ю.В. Физика и механика полимеров. – М.: Высшая школа, 1983. – 390 с.

Анотація.

У статті представлені результати дослідження впливу на процеси компонентів, що модифікують структуроутворення цементної матриці бетону, призначеного для ведення ремонтно-відбудовчих робіт.

Summary.

In article results of research of influence of modifying components on processes of structurization of a cement matrix of the concrete intended for conducting of a damage control are presented.