

продукции: Науч.-техн. отчет. ВНИИГиМ, Мещерский филиал. – Рязань, 2001. – 43 с.

3. Булдей, В. Р. Осушительные мелиорации и охрана природы / В. Р. Булдей, С. Т. Вознюк. – Львов: Изд-во Львовский ун-т, 1987. – 160 с.

4. Мажайский, Ю. А. Системы регионального почвенно-экологического мониторинга содержания тяжелых металлов в культурных ландшафтах: Учебно-методическое пособие по экологическому мониторингу / Ю. А. Мажайский, Т. М. Гусева, С. В. Гальченко. – Рязань: РГМУ, 2002. – 112 с.

5. Мелиорация и водное хозяйство. Осушение: Справочник / Под редакцией Б. С. Маслова. – М.: Ассоциация Экоств, 2001. – 607 с.

6. Шведовский, П. В. Влияние осушительных мелиораций на водный режим территорий / П. В. Шведовский // Мелиорация и водное хозяйство, 1974, № 2. – С. 4–7.

УДК 691.53

Цементирующие ремонтные материалы при реконструкции сооружений подверженные особым нагрузкам

Курчевский С. М., Симака А. А.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Приведен обзор и анализ свойств цементирующих материалов, способных выдерживать особые нагрузки, быстро твердеть и обеспечивать требуемые прочность и сцепление с основным материалом.

Актуальной задачей остается обеспечение требуемой надежности и долговечности зданий и сооружений. В частности, к ремонту сооружений специального назначения зачастую предъявляются дополнительные требования к срокам выполнения работ и ввода объекта в эксплуатацию.

Помимо широко известных магний-фосфатных, алюминатно-кальциевых и сульфато-алюминатных кальциевых цементов, а также полимербетон, за рубежом активно разрабатываются модификации щелочно-активированного цемента.

Магний-фосфатный цемент может достигать прочности 22,8 МПа в течение 1 часа. Испытание на сцепление показало, что ремонтный материал на его основе демонстрирует хорошую адгезию к основному бетону. В результате прочность за 1 сутки составила 7,17 МПа, а за 7 дней – 11,51 МПа. В сравнении с обычным портландцементом, раствор на магний-фосфатном

цементе имеет меньшую усадку, и более стойкий к истиранию, но также более подвержен влиянию влаги: вода может разбавлять непрореагировавший цемент, увеличивая тем самым пористость материала. Этого недостатка лишены алюминатно-кальциевые цементы, а скорость твердения у них почти такая же высокая: при 18 °С прочность бетона в течение 6 часов достигает 24 МПа, при температуре 6 °С, за тот же промежуток времени прочность на сжатие составит 19 МПа. Но алюминатно-кальциевые цементы имеют серьезный недостаток: они быстро набирают прочность за счет образования декагидрата алюмината кальция, но, при его превращении в октагидрат, материал может потерять до 47 % прочности. Этого эффекта можно избежать при соблюдении водоцементного отношения не более 0,35 и минимального содержания цемента не ниже 400 кг/м³ [1].

Сульфо-алюминатно-кальциевый цемент применяют для изготовления безусадочных расширяющихся бетонов. Такие бетоны являются хорошим антифриз-материалом: сульфо-алюминатно-кальциевый бетон имеет на 12 % меньшую потерю веса по сравнению с бетоном из обычного портландцемента после серии испытаний на замораживание-оттаивание. Недостаток материала в повышенном риске возникновения коррозии в арматуре [1].

Модифицированный полимербетон получают путем добавления различных полимерных материалов. После отверждения полученный бетон содержит непрерывную, взаимосвязанную матрицу частиц вяжущего полимера.

Полимербетон считается одним из самых дешевых и высокоэффективных материалов для ремонта дорожного покрытия. Он часто используется в районах с очень высокой интенсивностью движения и обеспечивает возможность использовать автотрассу по назначению сразу после укладки полимербетона. Рабочая температура материала составляет от 7 до 29 °С.

Результаты испытаний полимербетона на сцепление при изгибе и сдвиге показали увеличение прочности сцепления на 32 % и 120 % соответственно по сравнению с обычным бетоном. Также этому материалу свойственны долговечность, высокая стойкость к истиранию и меньшая подверженность воздействию замораживания-оттаивания.

Бетон со сверхвысокими эксплуатационными характеристиками (часто встречается аббревиатура УНРС либо СЭБ) имеет очень низкую пористость и высокую начальную прочность – свыше 50 МПа в течение 1 суток. Однако автогенная усадка СЭБ выше, чем у обычного бетона. Нестабильность размеров, вызванная этой усадкой, приводит к расслаиванию ремонтного материала. Смягчение может быть достигнуто путем регулирования скорости гидратации, использования добавки, снижающей усадку, или расширяющего агента [1].

Щелочно-активированный цемент (далее ЩАЦ) образуется в результате химической реакции между высокощелочным раствором и алюмосиликатным исходным сырьем. В качестве источника алюмосиликатов используются гранулированный доменный шлак и зола-унос. В зависимости от состава средние значения прочности на сжатие 40–60 МПа, а на растяжение – порядка 6 МПа. Последние исследования показали, что при использовании смеси шлака с каолином значение прочности на сжатие достигает 70 МПа, на растяжение – до 10 МПа [1].

Следовательно, прочностные характеристики ЩАЦ более высокие чем у обычного портландцемента, а технология производства значительно снижает выбросы углекислого газа. Бетоны из ЩАЦ долговечнее бетонов из обычного портландцемента, проникновение хлоридов аналогично бетону с низким водоцементным соотношением, а также он превосходит обычный бетон с точки зрения сопротивляемости химическому воздействию. С другой стороны, механизм реакции гидратации в щелочно-активированном бетоне до конца не изучен и все еще находится в стадии исследования. Поскольку характеристики используемого шлака варьируются от источника к источнику, реакция и микроструктура также различаются. Кроме того, бетон, активируемый щелочью, демонстрирует значительную усадку при высыхании и растрескивание в сухих условиях [2]. Также необходимо предусмотреть мероприятия против выщелачивания.

Таким образом, щелочно-активированный бетон имеет большой потенциал как материал для ремонтных работ, но требуется провести больше исследований, прежде чем применять его в новом строительстве. Также необходимо подчеркнуть различие между геополимерами и щелочно-активированными материалами. Некоторые ученые и инженеры используют эти понятия как синонимы, что вводит в заблуждение. Щелочно-активированные материалы представляют собой гидраты. Геополимеры гидратами не являются, т. к. вода не участвует в структурировании материала.

Необходимо подчеркнуть, что средний срок службы ремонтных материалов составляет 5–15 лет. Эффективность ремонта бетонной поверхности зависит не только от состава и качества ремонтного материала, но и от взаимодействия между ремонтными материалами и бетонными основаниями. Концентрация напряжений на границе раздела способствует развитию микротрещин, что сокращает срок эксплуатации. Увеличение шероховатости поверхности основания, использование полимерных вяжущих и использование волокон в ремонтных материалах может повысить прочность сцепления между ремонтными материалами на основе цемента и бетонными основаниями [3].

Из выше указанного следует, что отсутствие исследований по изучению сопротивления усталостного разрушения бетона в ходе ремонтных работ

может быть ключевой причиной отсутствия долговечных ремонтных материалов на основе цемента для бетонных конструкций. Понимание усталостного разрушения при ремонте поверхности бетона и методов снижения концентрации межфазных напряжений при повторяющихся нагрузках являются ключевыми вопросами в будущих исследованиях для разработки долговечного ремонта бетонных сооружений.

Литература

1. Shih Horng, Y. Properties of Cementitious Repair Materials for Concrete Pavement / Y. Shih Horng [et al.] // Advances in Materials Science and Engineering, 2022. – Vol. 22. – P. 17.
2. Hojati, M. Creep of alkali-activated cement mixtures / M. Hojati, F. Rajabipour, A. Radlińska // Elsevier BV: Case Studies in Construction Materials, 2023. – Vol. 16. – P. 13.
3. Song, X. Cement-Based Repair Materials and the Interface with Concrete Substrates: Characterization, Evaluation and Improvement / X. Song [et al.] // MDPI: Polymers, 2022. – Vol. 14. – P. 25.

УДК 621.1.016:536.2

Теоретические исследования параметров процесса скоростного выдавливания заготовок изделий медицинского назначения

Качанов И. В., Ленкевич С. А.
Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Получение качественных заготовок медицинских изделий с минимальной материалоемкостью, наименьшей себестоимостью и снижением трудоемкости при последующей механической обработке является одной из приоритетных задач, исходя из этого с учетом экономической целесообразности, заготовки медицинских изделий рационально изготавливать методами обработки металлов давлением с последующей механической обработкой.

Деформирование, применяемых в медицине, коррозионностойких сталей, титана и его сплавов в холодном состоянии зачастую связано с большими трудностями, главные из которых необходимость применения мощного оборудования из-за большого сопротивления сплавов деформированию. значительное пружинение как следствие низкого модуля и высокой прочности. Эти трудности в значительной степени устраняются при применении импульсной обработки давлением. Мощность ударного воздействия