

УДК 69.059.7

ИНЪЕКЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ РЕМОНТА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Пшинько А.Н.*, Савицкий Н.В.**, Зинкевич А.Н.*

*Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта

**Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры

При значительной продолжительности эксплуатации бетонных и железобетонных конструкций в условиях обводненности, фильтрация грунтовых вод через тело бетона, помимо снижения прочности вследствие растворения минералов цементного камня, приводит к образованию значительного количества дефектов макроструктуры бетона конструкций (рис.1), что приводит к интенсификации процессов дальнейшего разрушения бетона вследствие увеличения доступа агрессивных факторов в объем конструкции и концентрации напряжений.



Рис.1. Дефекты макроструктуры бетона конструкций вызванные агрессивным воздействием фильтрующих грунтовых вод.

Исходя из выше сказанного, весьма актуальными являются вопросы ремонта и усиления конструкций обделок железнодорожных тоннелей, часто работающих в условиях значительной обводненности. При проведении ремонтных работ одними из основных требований являются: соблюдение условий габаритности тоннеля, ограничивающее возможность применения методов ремонта и усиления, и сжатые сроки проведения работ без остановки железнодорожного движения.

Применение метода инъектирования позволяет восстановить рабочие характеристики поврежденных конструкций без изменения существующих сечений.

Для восстановления структурной целостности бетона конструкций и ликвидации последствий фильтрации грунтовых вод сквозь бетон конструкций обделки тоннеля предлагается использование модифицированных инъекционных смесей на основе цемента.

Для обеспечения высокой эффективности ремонта и надежности работы ремонтной системы, растворы должны обладать следующими характеристиками: высокой текучестью материала для максимально полного заполнения трещин и неплотностей бетона, седиментационной устойчивостью, безусадочностью, высоким темпом набора прочности, необходимой адгезионной прочностью контакта со “старым” бетоном.

Для модификации цементного раствора применяется комплексный модификатор, который состоит из следующих компонентов:

- разжижающая добавка – суперпластификатор;
- высокодисперсная добавка.

При использовании суперпластификатора вследствие уменьшения В/Ц изменяется капиллярно пористая структура цементного камня, происходит ее уплотнение с значительным понижением проницаемости.

Основным фактором в механизме действия высокодисперсной добавки является реакция взаимодействия диоксида кремния SiO_2 и гидроксида кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с образованием низкоосновных гидросиликатов типа $\text{CSH}(\text{I})$. Этот фактор значительно повышает стойкость и долговечность цементного камня в условиях фильтрации грунтовых вод – коррозии выщелачивания.

Содержание в смеси устанавливалось исходя из эффективности снижения показателя водопотребности цемента – коэффициента нормальной густоты. Зависимость $K_{н.г.}$ от содержания суперпластификатора приведена на рис. 2. Концентрация тонкодисперсной добавки назначалась в зависимости от изменения коэффициента нормальной густоты, исходя из условия сохранения низкой вязкости смеси (рис. 3).

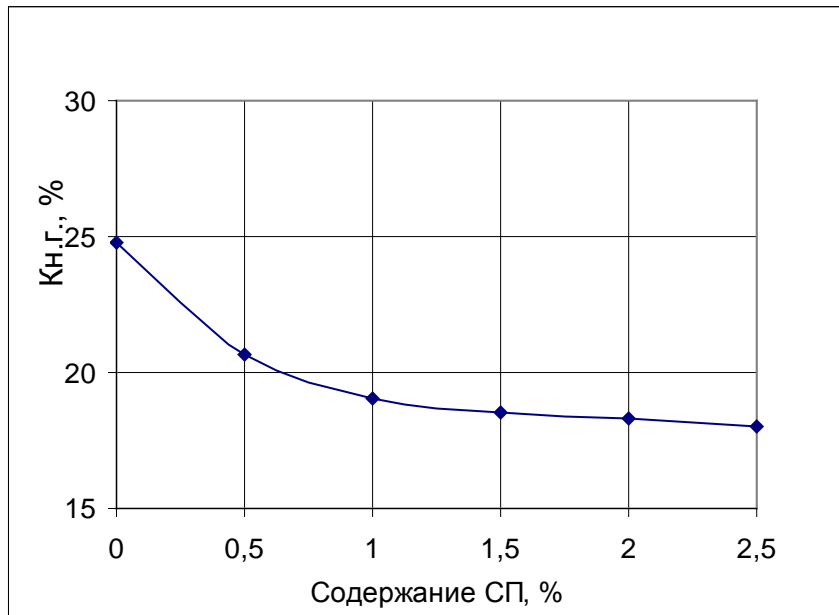


Рис. 2. Зависимость нормальной плотности цементного теста от содержания суперпластификатора.

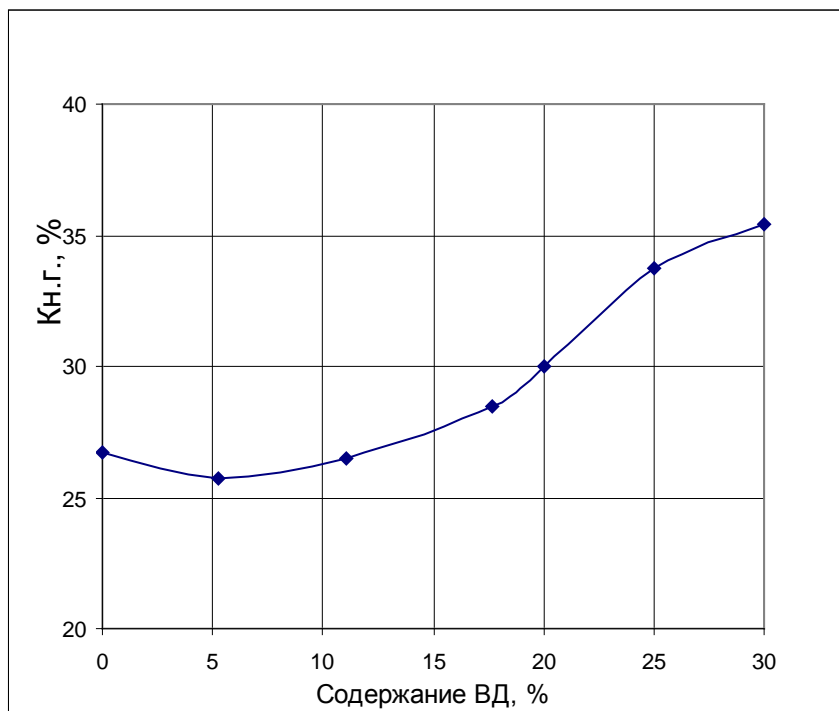


Рис. 3. Зависимость нормальной плотности цементного теста от содержания высокодисперсной добавки.

Свойство безусадочности ремонтного материала достигается за счет использования в качестве вяжущего смеси цемента: портландцемента М400 и расширяющегося цемента.

Для снижения деформативности материала, понижения водоотделения в состав смеси вводится наполнитель – тонкомолотый кварцевый песок. Необходимая тонкость помола наполнителя обеспечивает требования по седиментационной устойчивости смеси.

Ниже приводятся характеристики разработанного материала

- Вязкость смеси: после перемешивания $\eta=0,02$ Па·с;
через 15 мин - $\eta=0,08$ Па·с.
- Потеря седиментационной устойчивости – не более 2%.
- Результаты определения прочностных характеристик материала приведены в табл. 2.

Таблица 2

Прочностные характеристики материала

Параметр прочности	Возраст образцов, сут				
	1	3	7	14	28
Прочность на растяжение при изгибе, кгс/см ²	25	35	40	45	45
Прочность при сжатии, кгс/см ²	95	280	400	430	450

- Характеристика усадочности ремонтного материала, определялась на образцах со стабильным влагосодержанием (использование гидроизоляции) и при водонасыщении (хранение в воде), что соответствует условиям работы ремонтного материала в усиливаемых конструкциях. Результаты определения относительных собственных деформаций материала приведены в табл. 3.

Собственные деформации ремонтного материала

Относительные деформации образцов, %	
При стабильном водосодержании	При водонасыщении
0,01	-0,05

Выводы

Разработанный ремонтный материал обеспечивает необходимую деформативную совместимость с бетоном восстанавливаемой конструкции – значение модуля упругости материала близко к значению модуля упругости бетона, незначительные собственные деформации материала (усадки и набухания). Высокие значения прочности, плотности, непроницаемости, долговечности в условиях агрессивного воздействия низкоминерализованных вод обеспечивают надежность работы как ремонтного материала, так и восстановленной конструкции в целом.

РЕФЕРАТ

УДК 69.059.7

Инъекционный материал для ремонта железобетонных конструкций транспортных сооружений / Пшинько А.Н., Савицкий Н.В., Зинкевич А.Н.

Приводится описание инъекционного материала для восстановления бетонных и железобетонных конструкций транспортных сооружений, подвергающихся агрессивному воздействию грунтовых вод с образованием дефектов макроструктуры бетона.