

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЩЕЛОЧНЫХ ЦЕМЕНТОВ ДЛЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ ПОДЗЕМНЫХ БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Защита фундаментов и подземных конструкций от воздействия воды и влаги позволяет повысить долговечность конструкций и продлить срок службы сооружений. Первичную защиту выполняют на стадии строительства объекта путем использования бетонов высоких марок по водонепроницаемости — выше W8. При строительстве подземных сооружений в процессе свободного доступа к бетонной поверхности защиту от воды выполняют путем нанесения рулонных битумно-полимерных материалов в несколько слоев на прогрунтованную мастиками основу [1].

После того как подземную конструкцию закрыли, т. е. выполнили обратную засыпку и устроили отсыпку стен, доступ к бетонным конструкциям фундаментов, стенок и тоннельных ободов становится невозможным. Выполнить в таких случаях гидрозащиту конструкции, которая утратила свою непроницаемость, возможно только с применением материалов, наносимых изнутри сооружения (рис. 1).

Для этих целей применяют цементные, полимерные и цементно-полимерные материалы. Их наносят на основу методом обмазывания, оштукатуривания, инъектирования или пропитки.

Наибольший интерес представляют гидроизоляционные материалы проникающего действия на цементно-полимерной основе [2, 3]. Особенностью их является способность за счет осмотического давления проникать в поры и пустоты бетона и взаимодействовать с гидратными новооб-

разованиями бетона. В результате реакции происходит образование кристаллических агрегатов, заполняющих поры, капилляры и микротрещины бетона, что приводит к уплотнению структуры бетона и прекращению просачивания воды через основание. Нанесенные на внутреннюю поверхность конструкции покрытия характеризуются достаточно высокими показателями водонепроницаемости на обратное давление воды. За счет того, что материалы по своей химической природе близки к бетонному основанию, срок их службы сопоставим со сроком эксплуатации основного объекта — покрытие становится частью основания, встраивая в него.

В последние 40–50 лет большой научный интерес представляют щелочные вяжущие, позиционированные как материалы нового поколения, способные решать строительные задачи, неподвластные цементным вяжущим. Хотя достижения химической науки позволяют усовершенствовать цементные вяжущие системы путем их модифицирования полимерными добавками различной природы, начиная от лигносульфонатов и заканчивая поликарбоксилатами нового поколения, в составе продуктов их гидратации остаются высокоосновные гидросиликаты, гидроалюминаты, гидросульфалюминаты кальция и т. п.

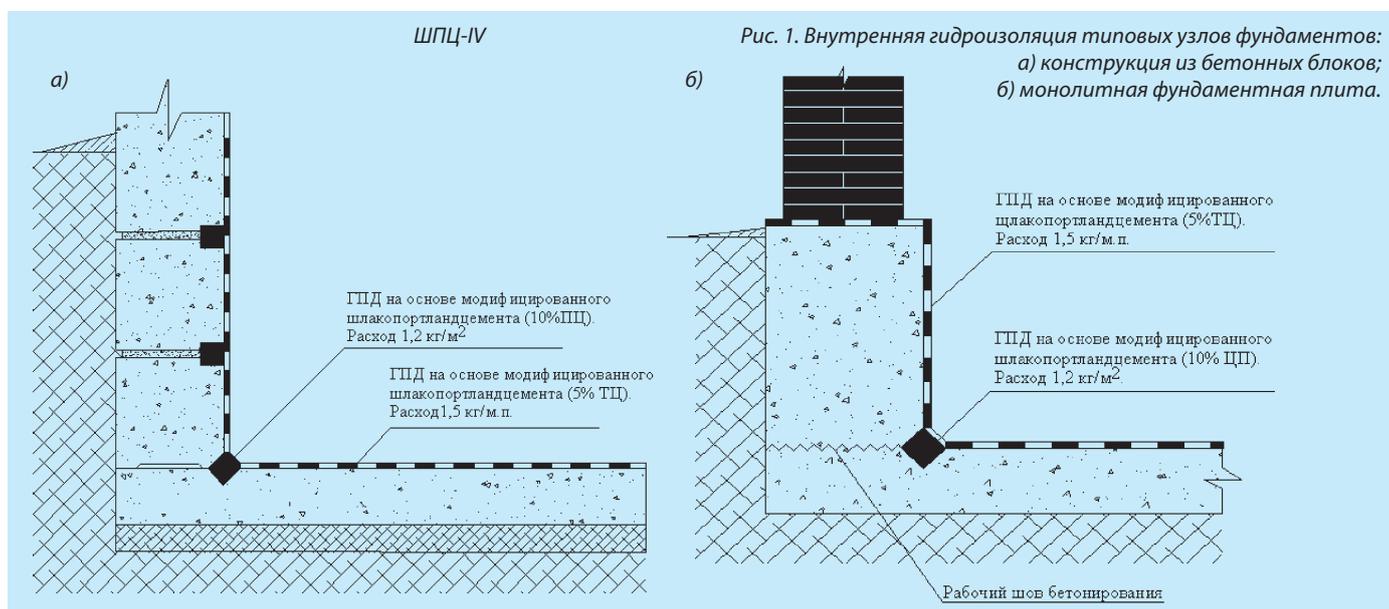
Использование же щелочных вяжущих систем перспективно потому, что продукты их гидратации представлены цеолитоподобными новообразованиями наподобие природных минералов цеолитов, что позволяет

получать на их основе искусственный камень, у которого долговечность на несколько порядков выше, чем у традиционных цементных бетонов.

Установление проф. Глуховским В. Д. в 1957 г. вяжущих свойств у соединений щелочных металлов (лития, калия, натрия, рубидия, цезия) изменило традиционные представления о закономерностях проявления вяжущих свойств неорганическими веществами и послужило основой для создания нового класса цемента — щелочных. Они представляют собой смесь щелочей I группы соединений (по периодической системе) и алюмосиликатов природного и искусственного происхождения.

Ранее считалось, что повышенная растворимость соединений щелочных металлов в воде исключает возможность получения на их основе гидравлических вяжущих. Проф. Глуховский В. Д. первым показал, что для обеспечения гидратационного твердения минеральных вяжущих систем следует предъявлять требования ограниченной растворимости не к исходным веществам, а к продуктам их гидратации и твердения.

Работами проф. Глуховского В. Д. и учеников его школы [4–8] установлено, что едкие щелочи и соли щелочных металлов, дающие в водной среде щелочную реакцию, при достаточной их концентрации взаимодействуют с минералами глин и природными и искусственными алюмосиликатными стеклами. Продукты этого взаимодействия представляют собой водостойкие щелоч-



Примечание: ГПД — гидроизоляция проникающего действия; ЩЦ — природный цеолит; ТЦ — термоактивированный цеолит

ные и щелочно-щелочноземельные новообразования, аналогичные таким минералам, как цеолит, слюда, гидрослюда и т. п.

Различия в сырьевых материалах и составах новообразований щелочных цементов позволили проф. Кривенко П. В. разделить их на два класса. У цементов I класса основными структурообразующими элементами служат щелочные и щелочноземельные цеолитоподобные гидроалюмосиликаты, а дополнительными могут быть низкоосновные гидросиликаты кальция.

У цементов II класса, наоборот, основными являются низкоосновные гидросиликаты кальция, а дополнительными — гидроалюмосиликаты, которые вследствие более медленной кристаллизации возникают в цементном камне на более поздних стадиях. Образуясь в основном в поровом пространстве, они уплотняют его, способствуя возникновению прочных контактов с первичными фазами, что обуславливает формирование более однородной и плотной структуры цементного камня [9, 10].

Из щелочных цементов II класса наибольшее применение нашли шлакощелочные цементы, получаемые на основе соединений щелочных металлов и молотых металлургических шлаков. Они способны твердеть на воздухе, в воде и в условиях термовлажностной обработки. Образующийся при этом искусственный камень по ряду физико-механических показателей (прочности, водонепроницаемости, коррозионной стойкости и др.) превосходит портландцементный камень. Благодаря управлению свойствами шлакощелочных вяжущих на разных стадиях структурообразования были получены шлакощелочные цементы специального назначения: жаро-, морозо-, коррозионно-стойкие, быстротвердеющие, безусадочные, тампонажные [11 – 13].

Золощелочные цементы, щелочные портландцементы и щелочные алюмосиликатные цементы тоже относятся ко II классу. Они могут быть эффективно использованы для изготовления конструкций, эксплуатирующихся в условиях воздействия агрессивных сред, отрицательных температур и механических нагрузок, а также для изготовления изделий специального назначения, к которым предъявляются требования по термомеханической прочности, коррозионной стойкости и износостойкости.

К щелочным цементам I класса относятся геоцементы, известные с 1957 г. как грунтоцементы [15], поскольку в качестве исходного сырья для их получения возможно использование природных грунтов. Отличительной особенностью искусственного камня на основе геоцементов является то, что основными структурообразующими фазами являются минералы, подобные природным неорганическим полимерам каркасной структуры (как цеолиты и фельд-шпатоиды), а дополнитель-

ными — низкоосновные гидросиликаты и гидроалюминаты кальция и магния слоистой структуры.

Различными исследователями разработаны и изучены геоцементы, отличающиеся между собой основой системы, химико-минералогическим составом и физическим состоянием дисперсной фазы, а также природой щелочного компонента и условиями твердения [14]. Было установлено, что глины и каолин взаимодействуют с едкими щелочами в естественных условиях твердения и при пропаривании. Причем степень взаимодействия с обожженными глинами выше, чем с необожженными, а вид новообразований зависит от минералогического состава глин, вида щелочного компонента и условий твердения.

В отличие от прямого синтеза аналогов природных цеолитов на основе глин и соединений щелочных металлов, разработанная в НИИВМ технология направленного синтеза их полисиликатных разновидностей предусматривает получение на начальном этапе цементирующей фазы в аморфизованном высокодисперсном состоянии, в котором щелочные соединения прочно связаны в водонерастворимые алюмосиликатные комплексы. В процессе отверждения в условиях обычных температур и давлений эти комплексы проявляют полимерные свойства и высокую адгезию к различным материалам [16].

Анализ информации о структурных особенностях природных и синтетических цеолитов, а также основных положений химии неорганических полимеров с учетом основных принципов управления фазовым составом продуктов гидратации геоцементов позволил установить возможность направленного формирования в составе продуктов твердения геоцементов щелочных гидроалюмосиликатов полимерной структуры типа цеолитов, для которых характерны свойства как неорганических соединений, так и органических, и которые позволяют получать на их основе композиционные материалы с заданными свойствами и высокой долговечностью.

Использование неорганических полимеров-геоцементов для модифицирования щелочных цементов II класса (щелочных портландцементов, шлакопортландцементов) открывает широкие перспективы создания материалов с заданными свойствами, характеризующихся высокими эксплуатационными показателями, в том числе и водонепроницаемостью.

С целью создания гидроизоляционных материалов проникающего действия на основе шлакопортландцементов, модифицированных природными цеолитами различной степени аморфизации структуры, были проведены исследования. Для активизации реакционной способности цеолитов их подвергали обжигу при температуре 800 °C

в течение 2 часов, чтобы испарилась цеолитная вода. Добавку обожженного природного цеолита вводили в состав шлакопортландцемента марки ШПЦ III/A-400 в количестве 5, 10 и 15% от массы вяжущего вещества. Поскольку очевидно, что основными показателями качества гидроизоляционных материалов, кроме водонепроницаемости, является прочность при сжатии в ранние сроки твердения, была изучена кинетика набора прочности цементно-песчаных образцов на основе модифицированного вяжущего.

Результаты исследований приведены на рисунке 2, где показано, что введение в состав шлакопортландцемента добавки обожженного цеолита в количестве 5% позволяет получить материал с показателями ранней прочности на уровне 10 – 11 МПа. Введение большего количества обожженного цеолита не столь эффективно, поскольку прочность ниже на 20 – 25%. Кроме того, в более поздние сроки твердения наличие

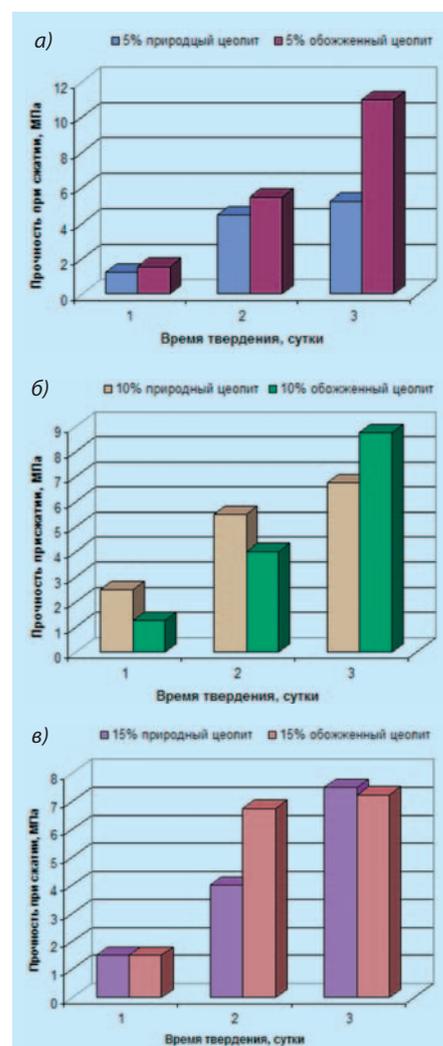


Рис. 2. Кинетика набора прочности образцов шлакопортландцементного раствора, модифицированного добавками природного и обожженного цеолита: а) в количестве 5%; б) в количестве 10%; в) в количестве 15%.

большого количества термоактивированного цеолита (до 15%) приводит к незначительному снижению прочности.

Экспериментальные исследования подтвердили целесообразность использования обожженных цеолитов, поскольку образцы на основе шлакопортландцемента, модифицированного такими добавками, характеризуются простом прочностью в два раза большим, по сравнению с образцами, модифицированными природным цеолитом.

Установленная тенденция, характеризующая возможность получения более активных материалов с достаточными прочностными характеристиками, позволяет предположить, что введение в состав минеральных вяжущих (в том числе и щелочных) добавок-модификаторов на основе гидратированных геополимеров позволит управлять свойствами гидроизоляционных материалов на различных уровнях [17]. Исследовательские работы в данном направлении продолжаются, после их завершения и промышленной апробации основные результаты будут освещены в последующих публикациях.

● **С. Г. ГУЗИЙ, к. т. н, ст. н. с., НИИ вяжущих веществ и материалов им. В. Д. Глуховского при КНУСА, М. В. СУХАНЕВИЧ, к. т. н., доцент, Киевский национальный университет строительства и архитектуры**

Литература

1. Войтов А. И., Козачук В. Л., Лайкин В. В., Шкуратовский А. А. «Современные гидроизоляционные материалы». — К.: АО «Мастера», 2006 г.
2. Овчаренко Г. И., Бровкина Н. Г., Потапова Е. П., Чуева А. В. «сравнительные исследования гидроизоляционных систем проникающего действия» [Электронный ресурс]. Научно-практ. конференция «Высокотемпературные материалы и технологи в XXI веке», 12–13 ноября 2008 г., РХТУ им. Д. И. Менделеева, Москва.
3. Суханевич М. В., Гузий С. Г. «Гідроізоляційні матеріали на основі органо-мінеральних в'язучих речовин». // Журнал «Нова тема», № 3(22). — К.: КНУБА, 2009 г.
4. Глуховский В. Д. «Грунтосиликаты, их свойства, технология изготовления и область применения»: Автореф. дис. д. техн. н. — Киев, 1965 г.
5. Скурчинская Ж.. В. «Синтез аналогов природных минералов с целью получения искусственного камня»: Автореф. дис. к. т. н. — Львов, 1973 г.
6. Ростовская Г. С. «Исследование грунтосиликатных бетонов на основе вяжущих, содержащих глинистые компоненты»: Автореф. дис. к. т. н. — Киев, 1968 г.
7. Румына Г. В. «Исследования влияния глинистых минералов на свойства шлакощелочных бетонов»: Автореф. дис. к. т. н. — Киев, 1974 г.
8. Кривенко П. В. «Кислотостойкие материалы на основе щелочных алюмосиликатных связок»: Автореф. дис. к. т. н. — Киев, 1971 г.

9. Кривенко П. В. «Закономерности формирования структуры и свойств цементного камня шлакощелочных вяжущих». Тез. докл. на II Все-союзной науч.-практ. конф. — Киев, окт. 1984 г.
10. Кривенко П. В. «Лужні цементі: термінологія, класифікація, галузі застосування». // «Будівельні матеріали і конструкції», №1, 1995 г.
11. Глуховский В. Д. «Бетоны прошлого, настоящего и будущего. Шлакощелочные цементы, бетоны и конструкции». Тез. докл. на III Все-союзной науч.-практ. конф. Т. 1. — Киев, окт. 1984 г., 1989 г.
12. Кривенко П. В. «Специальные шлакощелочные цементы». — К.: «Будівельник», 1992 г.
13. Чиркова В. В. «Материалы на основе стеклоподобных бескальциевых алюмосиликатов и соединений натрия»: Автореф. дис. к. т. н. — Киев, 1974 г.
14. Рябов Г. Г. «Исследования автоклавных шлакощелочных вяжущих и бетонов»: Автореф. дис. к. т. н. — Киев, 1979 г.
15. Глуховский В. Д. «Грунтосиликаты». — К.: «Госстройиздат УССР», 1959 г.
16. Кейгл С. «Клеевые соединения». — М.: «Мир», 1971 г.
17. Гузий С. Г., Суханевич М. В. «Щелочные алюмосиликатные композиции для защиты строительных конструкций от агрессивных воздействий урбанистической среды». 6-я Международная научно-техническая конференция AquaStop-2010 «Гидроизоляционные, кровельные и теплоизоляционные материалы», 14–15 апреля 2010 г., «ЛЕНЭКСПО», Санкт-Петербург.



ИНТЕРСТРОЙЭКСПО
МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ

Международная выставка
BalticBuild
Балтийская Строительная Неделя

Верхонки снимем! Бросим лом!
Бензином смоем краску!
Бушлат заменим пиджаком,
А туфельками — каску!

**И В ЛЕТНИЙ АВГУСТОВСКИЙ ДЕНЬ
С УЛЫБКОЙ ПОБЕДИТЕЛЯ
ПОЗДРАВИМ ВСЕХ СВОИХ КОЛЛЕГ
С РОССИЙСКИМ ДНЕМ СТРОИТЕЛЯ!**

primexpo ITE GROUP PLC WWW.BALTICBUILD.RU WWW.INTERSTROYEXPO.COM