

– активного кремнезема, а также дешевых, доступных фосфорсодержащих соединений: ортофосфорной кислоты, простого, двойного суперфосфата, аммофоса. Установлено, что добавки обладают синергетическим эффектом и лишь при совместном применении их составляющих обеспечивается снижение водопоглощения, а также существенное повышение водо- и солестойкости вяжущих. Добавки могут быть использованы в составах магниезальных вяжущих, предназначенных для тампонажа скважин соленосных отложений.

Список литературы

1. Долгих, Л.Н. Повышение качества крепления скважин в отложениях калийно - магниевых солей при низких положительных температурах использованием коррозионноустойчивых магниезальных тампонажных материалов: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.23.05./ Л.Н. Долгих, Московский Институт нефти и газа им. И.М. Губкина.- М,1989.- 27 с.
2. Толкачев, Г.М. Применение магниезальных цементов при бурении скважин и добыче нефти / Г.М. Толкачев - М: Изд.ЦП НТОНГП им. И.М.Губкина, 1987.-130 с.
3. Каримов, Н.Х. Особенности крепления скважин в соленосных отложениях / Н.Х. Каримов, Н.А. Губин.- М.: Недра,1974. -114 с.
4. Каминаскас, А.Ю. Технология строительных материалов на магниезальном сырье/ А.Ю. Каминаскас - Рига: Изд-во «Мокслас», 1987. - 342 с.
5. Эрдман, С.В., Постникова А.Н.Водостойкие смешанные магниезальные вяжущие / С.В. Эрдман, А.Н. Постникова // Фундаментальные исследования. 2013. № 8. – С.771-778.
6. Устинова, Ю.В. Повышение водостойкости магниезальных вяжущих / Ю.В. Устинова, А.Е. Насонова, В.В. Козлов // Вестник МГСУ.-М. 2010. № 4. – С. 123–127.
7. Устинова, Ю.В. Магниезальное вяжущее с добавкой микрокремнезема / Ю.В. Устинова, А.Е. Насонова, Т.П. Никифорова, В.В. Козлов // Вестник МГСУ. – М.2012. № 7. – С.147-150.
8. Зимич, В В Эффективные магниезальные вяжущие строительного назначения: Автореф. дис. к. техн.наук - Челябинск, 2010. - 27 с.
9. Белоус, Н.Х. Применение шламов металлургического производства для повышения водостойкости магниезальных вяжущих / Н.Х. Белоус, С.П. Родцевич, О.Н.Опанасенко, Н.П.Крутько, А.Д. Смычник // сб. докладов 3 Международной научно-практической конференции «Современные ресурсосберегающие технологии, проблемы и перспективы», 9-13 ноября 2015 г.- Одесса: Одесский национальный университет им. И.И. Мечникова, 2015 г. - С. 3-9.

УДК 691:620.1

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИОНОВ АММОНИЯ ВО ВЛАЖНОМ БЕТОНЕ

Бондарь К.В., Яловая Н.П.

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, kristinakhal@gmail.com

The problem of migration of ammonia in the air of residential and public buildings from reinforced concrete products during exploitation is discussed in the article. The data of potentiometric determination of ammonium ions in wet concrete samples are presented in the article. A method for the preparation of concrete samples for chemical analysis is proposed. It is shown that the potentiometric method can be the basis of express-method for the determination of ammonia.

Введение

Ежегодно строительная индустрия меняет облик городов Беларуси. Здания и сооружения стали неотъемлемой частью среды обитания человека. С течением времени изменились и требования, предъявляемые к их проектированию, архитектурному оформлению, качеству производства работ, а также к качеству строительных материалов.

При изучении бетонных и железобетонных изделий и конструкций важным аспектом является исследование и анализ сырьевых компонентов: цементов, клинкера, сырьевых смесей, минеральных добавок и иного сырья, применяемого в цементном производстве. В настоящее время большинство методов химического анализа регламентировано на уровне технических нормативных правовых актов, например в [1, 2], однако методика определения аммонийных соединений в бетонных материалах не унифицирована и не стандартизирована. Актуальность исследований наличия аммиака в данных материалах обусловливается токсическим действием этого газа на организм человека при длительном воздействии.

Целью исследования было разработать рекомендации по определению ионов аммония в цементном бетоне. Анализ литературных данных, а также учёт таких факторов как трудоемкость проведения исследований и стоимость аппаратного оформления позволили сделать выбор в пользу потенциометрического метода. Сущность метода заключается в измерении электрического потенциала, возникающего между аммоний-селективным электродом и электродом сравнения. Аммоний-селективный электрод использует гидрофобную газопроницаемую мембрану для отделения раствора образца от раствора, заполняющего электрод. Растворенный аммиак проходит через мембрану и вызывает изменение рН раствора электролита с другой стороны мембраны, которое улавливается внутренним рН-электродом ионоселективного электрода. Изменение рН пропорционально количеству растворенного аммиака и может быть измерено иономером и приведено к концентрации аммиака.

Основная часть

Для исследования был произведен отбор проб бетона на заводе-производителе бетонных и железобетонных конструкций в г. Бресте. Отобранные пробы представляли собой образцы влажного (не затвердевшего) тяжелого конструкционного бетона в возрасте 2 ч с момента затворения бетонной смеси. В составе отобранных проб имелись образцы без введения химических добавок-модификаторов, а также с введением комплексной и пластифицирующей добавок. После отбора проб в цехах завода образцы герметично упаковывали и доставляли в химическую лабораторию, где происходил процесс взвешивания и отбора аликвот для анализа.

Во время исследования было важно установить количество некристаллизационной воды, содержащейся в отобранном бетоне, поскольку образцы не подвергались процессу тепловлажностной обработки, процессы схватывания, твердения и набора прочности не завершились, кроме того была возможность расслоения строительного раствора вследствие отсутствия седиментационной устойчивости.

Согласно стандарту [3] влажность бетона определяют испытанием образцов или проб, полученных дроблением образцов после их испытания на прочность или извлеченных из готовых изделий или конструкций. Данная методика применяется для уже затвердевших тяжелых бетонов. Но поскольку анализировались образцы влажного бетона, было предложено отобрать пробы, не включающие в свой состав крупный и средний заполнитель (гравий, щебень),

т.е. с размерами частиц до 20 мм и менее. Подготовленные пробы массой около двух грамм взвешивали, ставили в сушильный шкаф и высушивали до постоянной массы при температуре $(105 \pm 5) ^\circ\text{C}$. Перед повторным взвешиванием пробы в сушильном шкафу до комнатной температуры. Постоянной считали массу пробы, при которой результаты двух последовательных взвешиваний отличались не более, чем на 0,1 %. Взвешивание производили с погрешностью до 0,0001 г. Полученные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Определение количества влаги в образцах влажного (не затвердевшего) бетона

Образец влажного бетона	Масса влажного бетона до сушки, г	Масса влажного бетона после сушки, г	Потеря массы в образце, масс. %	Влажность бетона по массе W_M , %
Образец 1 (без добавки)	1,9893	1,8845	5,27%	5,6%
Образец 2 (с добавкой комплексной, 0.5 масс.%)	2,0073	1,7941	10,62%	11,9%
Образец 3 (с добавкой пластифицирующей, 0.7 масс.%)	1,9994	1,7976	10,09%	11,2%

Потеря массы в образце вычислялась исходя из разницы масс влажного бетона до и после процесса сушки. Влажность бетона пробы по массе W_M в процентах вычисляли с погрешностью до 0,1% по формуле:

$$W_M = \frac{m_B - m_C}{m_C} \cdot 100\%,$$

где m_B – масса пробы бетона до сушки, г; m_C – масса пробы бетона после сушки, г.

Учёт воды содержащейся во влажной пробе позволяет рассчитать количество соединений в сухих образцах.

Для подготовки вытяжек влажного бетона отбирали пробы массой 10 г и 20 г бетонной смеси без крупного и среднего заполнителя на 200 мл воды, затем выстаивали в течение 24 часов, после чего отфильтровывали на фильтре синяя лента. Готовые растворы подвергали анализу потенциометрическим методом на наличие свободных ионов аммония. Все используемые материалы и оборудование соответствовали методике выполнения измерений [4]. Полученные данные по определению свободных ионов аммония в растворах водных вытяжек влажного бетона представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание свободных ионов аммония в водных вытяжках влажного бетона (ВБ).

Образец	Добавка	m(ВБ), г/200 мл раствора	pH	t, °C	Концентрация ионов аммония		
					pNH ₄ ⁺	c(NH ₄ ⁺), М	c(NH ₄ ⁺), г/1 кг ВБ
1Б БД	—	9,9577	11,65	19,8	3,390141	0,000407	0,146609
1Б П4	Универсал-П4	10,1403	12,32	19,6	3,387445	0,000410	0,147522
1Б ГП9а	Хидетал-ГП-9 а	10,0990	12,02	19,6	3,252616	0,000559	0,201227
2Б БД	—	20,0493	12,07	19,8	3,093517	0,000806	0,145129
2Б П4	Универсал-П4	20,0241	12,04	19,6	3,255312	0,000556	0,099991
2Б ГП9а	Хидетал-ГП-9 а	20,0982	12,30	19,6	3,468342	0,000340	0,061225

Потенциометрическое определение показало наличие ионов аммония в водных вытяжках мокрого бетона в следовых количествах как в образцах без добавок, так и в образцах с добавками. Поскольку применимость вышеупомянутой методики и потенциометрического метода ограничена наличием мешающих ионов, были проведены дополнительные исследования на наличие ионов натрия и калия в водных вытяжках, что обусловлено обратимостью ионоселективного электрода для определения ионов аммония на ионы натрия и калия и их нахождением в одной аналитической группе (первой и по сероводородной, и по кислотно-основной классификации). Полученные данные по определению мешающих ионов натрия и калия во влажном бетоне представлены в таблицах 3 и 4, соответственно.

Согласно методике выполнения измерений [4] в анализируемых растворах не допускается содержание мешающих ионов натрия в концентрациях, превышающих концентрацию ионов аммония более, чем в 300 раз, ионов водорода более, чем в 200 раз. Определению мешает присутствие ионов калия в равных соотношениях с ионами аммония. Исходя из этого можно сделать вывод о том, что концентрация ионов водорода и натрия не превышает вышеуказанных значений и не мешает потенциометрическому определению ионов аммония в образцах влажного бетона. Однако, концентрация ионов калия в несколько раз превышает концентрацию ионов аммония, что фактически делает данную методику неприменимой для идентификации ионов аммония во влажном бетоне.

Таблица 3 – Содержание мешающих ионов натрия в водных вытяжках влажного бетона (ВБ).

Образец	Добавка	m(ВБ), г/200 мл раствора	pH	t, °C	Концентрация ионов натрия		
					pNa	c(Na ⁺)	c(Na ⁺), г/1 кг ВБ
1Б БД	—	9,9577	11,65	19,8	3,5085	0,000310	0,142645
1Б П4	Универсал-П4	10,1403	12,32	19,6	3,2467	0,000567	0,260650
1Б ГП9α	Хидетал-ГП-9 α	10,0990	12,02	19,6	3,3419	0,000455	0,209343
2Б БД	—	20,0493	12,07	19,8	3,2433	0,000571	0,131349
2Б П4	Универсал-П4	20,0241	12,04	19,6	2,9662	0,001081	0,248615
2Б ГП9α	Хидетал-ГП-9 α	20,0982	12,30	19,6	3,3198	0,000479	0,110136

Таблица 4 – Содержание мешающих ионов калия в водных вытяжках влажного бетона (ВБ).

Образец	Добавка	m(ВБ), г/200 мл раствора	pH	t, °C	Концентрация ионов калия		
					pK	c(K ⁺)	c(K ⁺), г/1 кг ВБ
1Б БД	—	9,9577	11,65	19,8	2,84515	0,001428	1,114152
1Б П4	Универсал-П4	10,1403	12,32	19,6	2,75265	0,001767	1,378620
1Б ГП9α	Хидетал-ГП-9 α	10,0990	12,02	19,6	2,73970	0,001821	1,420347
2Б БД	—	20,0493	12,07	19,8	2,44185	0,003615	1,409985
2Б П4	Универсал-П4	20,0241	12,04	19,6	2,44555	0,003585	1,398024
2Б ГП9α	Хидетал-ГП-9 α	20,0982	12,30	19,6	2,55840	0,002764	1,078114

В заключение следует отметить, что в случае отсутствия мешающих ионов, потенциометрическое определение ионов аммония показывает хорошую воспроизводимость результатов и может быть применено к другим объектам исследования в строительном материаловедении, например, при исследовании активных минеральных добавок или добавок-модификаторов для бетона.

Список литературы

1. Цементы и материалы цементного производства. Методы химического анализа: ГОСТ 5382–91. – Введ. 01.07.1991. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 57 с.
2. Методы испытания цемента. Часть 2. Химический анализ цемента: СТБ ЕН 196-2-2007. – Введ. 23.02.2007. – Минск: Госстандарт, 2007. – 37 с.
3. Бетоны. Метод определения влажности = Concrets. Methods of determination of moisture content : ГОСТ 12730.2–78. – Взамен ГОСТ 12852.2–77 в части определения влажности, ГОСТ 11050–64 в части определения влажности ; введ. РБ 17.12.1992. – Минск : Гос. комитет по стандартизации Республики Беларусь, 1992. – 24 с. – (Бетон).
4. Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов аммония в воде и водных растворах потенциометрическим методом с помощью ионоселективных электродов «Эком- NH_4 ». – Свидет. об аттест. № 34-07 от 11.05.2007 г. – Код регистр. ФР.1.31.2007.03516. – Москва, 2007. – 8 с.

УДК 502.51

ОСОБЕННОСТИ УСТАНОВЛЕНИЯ ВОДООХРАННЫХ ЗОН И ПРИБРЕЖНЫХ ПОЛОС НА ВОДОЕМАХ И ВОДОТОКАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСИ

Буко И.Ю.

РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов», г.Минск, bukoivan@mail.ru

The article examines the development projects of establishing boundaries of water protection areas in accordance with existing legislation of the Republic of Belarus. For application of riparian buffer areas and calculate the layout of possible land use geographic information system ArcGIS.

Введение

Рост антропогенного воздействия приводит к загрязнению, засорению и истощению водных ресурсов. Особенно интенсивную антропогенную нагрузку испытывают поверхностные и подземные воды. Загрязнение рек и водоемов происходит как за счет поступления сточных и ливневых вод с городских территорий, так и за счет поверхностного смыва загрязняющих веществ с сельскохозяйственных угодий и поступления стоков с территорий животноводческих комплексов, механических мастерских и других источников загрязнения. Речные воды в результате этого загрязняются взвешенными и органическими веществами, соединениями азота, фосфора, нефтепродуктами, тяжелыми металлами. Водная и ветровая эрозия почв береговой зоны и хозяйственная деятельность на прибрежной территории приводят к заилению русла, нарушению водной и прибрежной экосистем.

С целью уменьшения загрязнения и истощения водных ресурсов в настоящее время используются такие элементы защиты водных объектов, как водоохранные зоны и прибрежные полосы водотоков и водоемов Республики Беларусь.

Основная часть

Водоохранной зоной называется территория, прилегающая к поверхностным водным объектам, на которой устанавливается режим осуществления хозяйственной и иной деятельности, обеспечивающий предотвращение их за-