

**ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОНОВ АММОНИЯ
ВО ВЛАЖНОМ БЕТОНЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ МИГРАЦИИ АММИАКА
В ВОЗДУХ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ**
**POTENTIOMETRIC DETERMINATION OF AMMONIUM IONS
IN WET CONCRETE SAMPLES FOR ESTIMATION OF MIGRATION
OF AMMONIA INTO THE AIR OF LIVING QUARERS**

Яловая Наталья Петровна, Бондарь Кристина Вячеславовна
Брест, Республика Беларусь

Ключевые слова: потенциометрическое определение, миграция аммиака, строительные материалы

Резюме. В статье рассматривается проблема миграции аммиака в воздух жилых и общественных помещений из железобетонных изделий во время эксплуатации. В статье представлены данные потенциометрического определения ионов аммония во влажных образцах бетона. Авторами предложен способ приготовления бетонных образцов для химического анализа. Показано, что потенциометрический метод может быть основой экспресс-метода для определения аммиака.

Keywords: potentiometric determination, migration of ammonia, building materials

Summary: 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.

Качество человеческой жизни определяется не только экономическими и социально-культурными факторами, но и, не в последнюю очередь, качеством окружающей среды. Причём окружающую человека среду следует понимать в широком смысле, включая в неё не только природу, но и жилище, административные и производственные здания, поскольку жители промышленно развитых стран до 90% своего времени проводят внутри помещений. Отсутствие эффективной системы вентиляции приводит к тому, что в воздухе человеческого жилья могут накапливаться различные токсиканты, в том числе и мигрирующие из строительных материалов. Одним из таких веществ является аммиак.

Последствия хронического отравления человека аммиаком серьезны. Круглосуточное вдыхание 2 и 5 мг/м³ сопровождается нейтропией, моноцитозом и лимфоцитозом; увеличивается выделение мочевины и аммиака с выдыхаемым воздухом, нарушается кислотно-щелочное равновесие; отмечены явные признаки активации симпатoadреналовой системы — увеличение содержания в крови адреналина и оксикортикостероидов [1].

В Республике Беларусь в настоящее время для воздуха рабочей зоны установлена предельно допустимая концентрация аммиака на уровне

ПДКр.з. = 20 мг/м³. Согласно Постановлению Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 30 декабря 2010 г. № 186 максимально разовая предельно допустимая концентрация аммиака в атмосферном воздухе ПДКм.р. = 200 мкг/м³ [2].

Целью исследования было разработать рекомендации по определению ионов аммония в цементном бетоне с помощью потенциометрического метода.

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.

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:

$$W_M = \frac{m_B - m_C}{m_C} \cdot 100\% \quad (1),$$

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.

Таблица

Содержание свободных ионов аммония
в водных вытяжках влажного бетона (ВБ)

Образец	Добавка	m(ВБ), г/200 мл раствора	Н	, °С	Концентрация ионов аммония		
					pNH ₄ ⁺	c(NH ₄ ⁺), М	c(NH ₄ ⁺), г/1 кг ВБ
1Б БД	—	9,9577	1,65	9,8	3,390141	0,000407	0,146609
1Б П4	Универсал-П4	10,1403	2,32	9,6	3,387445	0,000410	0,147522
1Б ГП9α	Хидетал-ГП-9 α	10,0990	2,02	9,6	3,252616	0,000559	0,201227
2Б БД	—	20,0493	2,07	9,8	3,093517	0,000806	0,145129
2Б П4	Универсал-П4	20,0241	2,04	9,6	3,255312	0,000556	0,099991
2Б ГП9α	Хидетал-ГП-9 α	20,0982	2,30	9,6	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).

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 в исследуемых образцах концентрация ионов водорода и натрия не превышает вышеуказанных значений и не мешает потенциометрическому определению ионов аммония в образцах влажного бетона. Однако высокая концентрация ионов калия может существенно ограничивать приме-

нение данной методики для идентификации ионов аммония во влажном бетоне.

Таким образом, можно отметить, что в случае отсутствия мешающих ионов, потенциметрическое определение ионов аммония показывает высокую воспроизводимость результатов и может быть применено не только к бетону, но и к другим объектам исследования в строительном материаловедении, например, при исследовании активных минеральных добавок или добавок-модификаторов для бетона.

Список использованной литературы

1. Вредные химические вещества. Неорганические соединения V–VIII групп: Справ. изд. / А.Л. Бандман, Н.В. Волкова, Т.Д. Грехова и др.; Под ред. В.А. Филова и др. — Л.: Химия, 1989. — 592 с.

2. Критерии оценки состояния атмосферного воздуха [Электронный ресурс] / Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды». — РБ, 2015. — Режим доступа: <http://rad.org.by/articles/vozduh/sostoyanie-atmosfernogo-vozduha-v-1-kvartale-2014-goda/g.-minsk.html>. — Дата доступа: 10.04.2016.

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 потенциметрическим 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.