

**TUR E.A., KAZAKOV V.N., BASOV S.V. Restoration of Kossovo puslovskie's palace and solve the technical problems**

Analysis of the results of the site survey gave grounds to assume that the reason for such large-scale biological damage is a combination of factors, namely: the defects in the roof, the lack of downpipes, rebound rainwater, the looseness of the new plaster layer, the poor condition of the brick foundation. But the main reason for the development of bio-corrosion is the proximity of coniferous trees. Coniferous trees along the perimeter was lined with Palace after the great Patriotic war. The greatest effect was shown drugs imported. They are especially recommended for removal of biological contaminants (mosses, fungi, algae, mold). The authors have developed recommendations to combat corrosion.

УДК 691:620.1 + 693.542.4

**Бондарь К.В., Яловая Н.П.**

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ИОНОВ АММОНИЯ В ДОБАВКАХ ДЛЯ БЕТОНА С ЦЕЛЬЮ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ МИГРАЦИИ АММИАКА В ВОЗДУХ ПОМЕЩЕНИЙ**

**Введение.** Увеличение общей площади жилищного фонда в Республике Беларусь только за период октябрь-ноябрь 2016 года составило 3 517,6 тыс. м<sup>2</sup> [1]. С введением новых зданий в эксплуатацию и ростом урбанизации в целом увеличивается и время, проводимое человеком в течение дня в закрытых помещениях. Закрытые помещения жилых и административных зданий обладают своеобразным микроклиматом, они представляют собой резервуар атмосферного воздуха, содержащего помимо базовых компонентов широкую номенклатуру различных химических соединений, зачастую обладающих токсическим воздействием на организм человека. В зимнее время городское население проводит почти 90 % времени в закрытых помещениях, поэтому очевидна необходимость мониторинга показателей качества внутреннего воздуха зданий. К показателям качества (чистоты) воздуха помещений принято относить возможность вентилирования помещений (притока свежего воздуха), количество воздуха в м<sup>3</sup> на человека, концентрацию различных веществ и их функцию (воздействие на человеческий организм). Нужно также учитывать, что загрязнители могут попадать в воздух помещений как извне с притоком атмосферного воздуха, так и изнутри – из строительных материалов зданий, мебели и других объектов, находящихся внутри помещений.

**Основные загрязнители атмосферного воздуха внутри жилых и административных помещений.** В настоящее время к основным загрязнителям воздуха внутри помещений относят углекислый газ, угарный газ, оксиды азота, аммиак, бензол, формальдегид, споры плесневых грибов и бактерии. В отчете Всемирной организации здравоохранения, посвященном анализу качества воздуха внутри помещений учреждений образования, к загрязнителям также отнесены трихлорэтилен, тетрахлорэтилен, полициклические ароматические углеводороды, пинен, лимонен (1-метил-4-изопропенилциклогексен-1) [2]. Краткая характеристика основных загрязнителей атмосферного воздуха внутри помещений приведена в таблице 1. Данные о ПДК приводятся в соответствии с нормативами 2016 г. [3].

Следует отметить, что в настоящее время в Республике Беларусь, как и во многих других странах, практически отсутствуют специфические ТНПА, посвященные нормированию показателей качества воздуха внутри помещений<sup>1</sup>. Поэтому при оценке качества воздуха необходимо руководствоваться гигиеническими нормами к атмосферному воздуху населенных пунктов и мест массового отдыха населения. Однако в ближайшем будущем, вероятно, следует ожидать разработки нормативных документов, регламентирующих качество воздуха внутри помещений. Например, в США данные документы разрабатывает Американское общество инженеров по отоплению, холодильной технике и кондиционированию воздуха (ASHRAE) [4, 5]. Стандарты ASHRAE зачастую применяются не только на территории США, но и используются в качестве основы для принятия норм ISO. В стандарте ANSI/ASHRAE 62.1-2007 «Вентиляция для приемлемого качества внутреннего воздуха» приводятся сведения о предельно допустимых

концентрациях следующих вредных веществ: оксид углерода (IV), оксид углерода (II), формальдегид, соединения свинца, оксид азота (IV), твердые дисперсные частицы, озон, радон, оксид серы (IV). Также регламентируются органолептические показатели для запаха, который должен быть приемлемым для 80 % жителей.

В последнее время особую важность приобретает проблема наличия аммиака в воздухе жилых и административных помещений. В Российской Федерации превышение содержания аммиака наиболее характерно для объектов, возводимых в г. Санкт-Петербург. В 2011 г. крупнейшие застройщики города «Балтрос», «ЛенСпецСМУ» и др. столкнулись с судебными исками из-за значительного превышения концентрации NH<sub>3</sub> в жилых новостройках. В 2014 г. по причине интенсивного запаха возникли проблемы с эксплуатацией Дворца правосудия, а в 2016 г. ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» г. Санкт-Петербург обнаружил, что в помещениях строящегося стадиона ЗАО «Зенит-Арена» концентрация аммиака в воздухе превышает допустимый уровень в 1,67–2,25 раз [6, 7]. В последние годы проблемы с аммиаком были отмечены в объектах жилищного строительства г. Нижний Новгород, других российских городов.

Для строительной промышленности Китая проблема наличия аммиака в воздухе жилых помещений также является актуальной, особенно учитывая мировое лидерство этой страны в площади вводимых в эксплуатацию жилых и административных помещений. Т. Линдгрэн в [8] описывает документально зафиксированный случай повышенного содержания аммиака в новом офисном здании в Пекине, что привело к ухудшению самочувствия работающего персонала. В качестве причины попадания NH<sub>3</sub> в воздух в статье называется использование добавок в бетоны. Китайские авторы в [9] в качестве основного источника попадания аммиака в воздух жилых помещений называют использование добавок в бетоны на основе мочевины, которые позволяют проводить строительные работы в зимний период. По их данным для полного удаления аммиака из бетона, полученного с использованием добавок-антифризов, требуется более 10 лет!

В странах Европейского Союза также отмечается важность аммиака как загрязнителя воздуха внутри помещений. В статье [10] приводятся данные мониторинга за 5 лет содержания аммиака в воздухе 14 административных помещений в Финляндии.

Безусловно важной является проблема эмиссии аммиака из строительных материалов и в Республике Беларусь. Интенсивное использование добавок в бетоны в строительной отрасли нашей страны может служить потенциальным источником загрязнения воздуха внутри помещений. Это может привести к значительным экономическим потерям, поскольку действенных и эффективных методов санации помещений с уже существующей проблемой эмиссии аммиака в настоящее время не существует.

**Яловая Наталья Петровна, к.т.н., доцент, директор института повышения квалификации и переподготовки кадров Брестского государственного технического университета.**

**Бондарь Кристина Вячеславовна, аспирант кафедры инженерной экологии и химии Брестского государственного технического университета.**

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

<sup>1</sup> В частности нормируется максимальный уровень содержания плесневых грибов в воздухе жилых помещений (ГН от 13.10.2016 № 109), но не нормируется содержание химических загрязнителей.

Таблица 1 – Характеристика веществ-загрязнителей воздуха внутренних помещений

Вещество	Источник эмиссии в воздух внутренних помещений	Предельно допустимая концентрация (ПДК) в атмосферном воздухе и токсичный эффект
Углекислый газ CO <sub>2</sub>	- атмосферный воздух (за счет выхлопов автомобилей и промышленных выбросов); - человек (при дыхании)	ПДК не нормируется Малые дозы вызывают повышение кислотности крови (ацидоз). Физиологические последствия ацидоза: перевозбуждение, учащенное сердцебиение и умеренное повышение давления. При более сильном ацидозе человек становится вялым, сонливым, ощущает беспокойство. В повышенных концентрациях относят к удушающим газам. Воздействие концентрации газа в 800 ppm выражается в «нехватке» воздуха, иногда головокружении, провоцируются приступы бронхиальной астмы.
Угарный газ CO	- атмосферный воздух (за счет выхлопов автомобилей и промышленных выбросов)	ПДК = 5 000 мкг/м <sup>3</sup> Активно связывается с гемоглобином крови, блокируя передачу кислорода тканевым клеткам, приводит к гипоксии. Ядовит. По воздействию на организм человека относят к удушающим газам. Воздействие концентрации газа в 25 ppm приводит к отравлению, может вызвать смерть.
Диоксид азота (IV) NO <sub>2</sub>	- атмосферный воздух (за счет выхлопов автомобилей и промышленных выбросов)	ПДК = 250 мкг/м <sup>3</sup> По воздействию на организм человека относят к удушающим газам. Высокотоксичен. В небольших концентрациях раздражает дыхательные пути и слизистые оболочки, в больших концентрациях вызывает отёк лёгких.
Аммиак NH <sub>3</sub>	- атмосферный воздух (за счет промышленных выбросов и сельского хозяйства); - строительные материалы (бетон и др.); - домашние животные (моча)	ПДК = 200 мкг/м <sup>3</sup> По воздействию на организм человека относят к удушающим газам. При содержании в воздухе 0,5 % по объему аммиак сильно раздражает слизистые оболочки. При остром отравлении поражаются глаза и дыхательные пути, при хронических отравлениях наблюдаются расстройство пищеварения, катар верхних дыхательных путей, ослабление слуха.
Формальдегид CH <sub>2</sub> O	- атмосферный воздух (за счет промышленных выбросов); - строительные материалы (теплоизоляция и др.); - пластмассы; - дезинфицирующие и антисептические средства	ПДК = 30 мкг/м <sup>3</sup> По воздействию на организм человека относят к удушающим газам. При вдыхании небольших количеств формальдегид раздражает верхние дыхательные пути. При вдыхании больших концентраций может наступить внезапная смерть в результате отека и спазма голосовой щели. Формальдегид угнетает центральную нервную систему, в результате этого может произойти потеря сознания, появляются судороги.

**Потенциометрический метод определения аммиака в строительных материалах.** Необходимость контроля содержания аммиака обуславливает важность наличия простых и экспрессных аналитических методик определения этого вещества как непосредственно в строительных материалах, так и в сырье и добавках, применяемых для их производства. Вместе с тем проведенный анализ научной литературы и нормативных документов показал, что единой общепринятой методики определения аммиака в таких материалах не существует, например, не разработаны стандарты ISO и ASTM.

Немногочисленные публикации по данной тематике посвящены решению частных аналитических задач. Р.Ф. Рэтбуон с соавторами предложил [11–14] экспериментальные методики на основе потенциометрии по определению эмиссии аммиака из золы уноса, применяемой в качестве активной минеральной добавки, вводимой в бетон с целью экономии портландцемента, а также с целью утилизации отходов сжигания угля. Количественно содержание аммиака в образцах аммонизированной золы уноса измерялось в растворах, приготовленных путем смешивания 50 г золы уноса со 150 мл дистиллированной воды в полиэтиленовых бутылках, которые периодически встряхивались в течении приблизительно 48 ч, а затем раствор подвергался фильтрации. Величина pH достигала 11–12, а концентрация ионов аммония измерялась ионоселективным электродом на ионы аммония и затем пересчитывалась к концентрации азота. Помимо чистой золы уноса также исследовалось наличие аммиака в бетоне и строительных растворах различного состава (цемент – зола – вода; цемент – зола – песок – вода; цемент – зола – песок – гравий – вода).

Авторами статьи была разработана методика определения ионов аммония в добавках в бетоны, основанная на потенциометрическом методе анализа. Сущность метода заключается в измерении электродвижущей силы системы, состоящей из аммоний-селективного электрода и электрода сравнения (хлорсеребряного электрода). В аммоний-селективном электроде используется гидрофобная газопроницаемая мембрана для отделения раствора образца от раствора, заполняющего электрод. Ионы NH<sub>4</sub><sup>+</sup> проходят через

мембрану и вызывают изменение водородного показателя раствора электролита с другой стороны мембраны, которое улавливается внутренним pH-электродом аммоний-селективного электрода. Данная методика легла в основу изменения № 1 СТБ 1112-98 «Добавки для бетонов. Общие технические условия», введенного в действие 01 октября 2016 г. постановлением Госстандарта Республики Беларусь [15]. В качестве допустимого содержания ионов аммония установлен предел в 400 мг ионов NH<sub>4</sub><sup>+</sup> на кг добавки.

Для проведения химического анализа использовался иономер лабораторный И 160-МП (ТУ РБ 14694395.003-97), производства ОАО «Гомельский завод измерительных приборов». В состав электрохимической ячейки входили: 1) электрод аммоний-селективный «Экон NH<sub>4</sub>» (ТУ 4215-002-41541647-2006), изготовитель Научно-производственное предприятие «Эконикс» (г. Москва, Российская Федерация); 2) электрод хлорсеребряный ЭВЛ-1М3.1 (ТУ 25-05.2181-77), изготовитель ОАО «Гомельский завод измерительных приборов».

Согласно разработанной методике сначала производится градуировка иономера методом градуировочного графика в соответствии с [16], а затем производится определение концентрации ионов аммония в анализируемых пробах, причем температура анализируемых проб и градуировочных растворов не должна различаться более чем на 3°C.

Для подготовки проб добавок к анализу из аналитической пробы отбирают навеску массой (2,00 ± 0,01) г, которую переносят в химический стакан объемом не менее 100 мл. К навеске приливают 50 мл дистиллированной воды и перемешивают стеклянной палочкой. При наличии нерастворимого осадка полученный раствор фильтруют через складчатый фильтр «синяя лента». Полученный раствор переливают в мерную колбу емкостью 200 мл и доводят дистиллированной водой до метки. Перед началом анализа подготовленный раствор выдерживают не менее 2 ч.

Для выполнения измерений в химический стакан с помощью мерного цилиндра вносят 45 мл анализируемого раствора и измеряют pH раствора. Если водородный показатель раствора находится в пределах от 3 до 8,5, то в раствор добавляют 5 мл фонового раство-

ра нитрата натрия молярной концентрацией 1 моль/дм<sup>3</sup> и перемешивают стеклянной палочкой. Если требуется корректировка pH, то в анализируемый раствор из пипетки вместимостью 1 мл добавляют по каплям при перемешивании приготовленные растворы азотной кислоты или гидроксида натрия (каждый – молярной концентрацией 1 моль/дм<sup>3</sup>), пока pH раствора не будет соответствовать требуемому значению от 3 до 8,5. Объем добавленного раствора для регулирования pH раствора (*V*) не должен превышать 1 мл. затем в анализируемый раствор прибавляют (5-*V*) мл фонового раствора и перемешивают стеклянной палочкой. Производят измерение температуры раствора, при необходимости пробу термостатируют. После этого погружают в раствор аммоний-селективный электрод и хлорсеребряный электрод, измеряют значение э.д.с. электродной системы с помощью иономер.

Обработка результатов происходит следующим образом. Для каждого результата измерений по градуировочному графику находят *pC* и рассчитывают молярную концентрацию ионов аммония *C*, моль/дм<sup>3</sup>, по формуле (1):

$$C = 10^{-pC} \quad (1)$$

За результат измерений принимается среднее арифметическое результатов двух параллельных измерений, если выполняется условие приемлемости по формуле (5):

$$\frac{2 \cdot (C_1 - C_2) \cdot 100}{(C_1 + C_2)} \leq r, \quad (2)$$

где *r* – значение предела повторяемости, %, для двух измерений при доверительном интервале *P* = 0,95, *r* = 8 %.

Массовую концентрацию ионов аммония (*X*) в анализируемой добавке, мг/кг, определяют по формуле (3):

$$X = \frac{C \cdot M(NH_4^+) \cdot V \cdot 10^3}{m \cdot 10^{-3}} = \frac{C \cdot 3,608 \cdot 10^6}{m}, \quad (3)$$

где *M(NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)* = 18,04 г/моль – молярная масса ионов аммония; *m* – масса навески, взятой для анализа добавки, г; *V* = 200 мл – объем анализируемой пробы.

Разработанная авторами методика была апробирована на предприятиях строительной отрасли Брестской области: завод КПД КУП «Брестжилстрой», филиал «УПТК» ОАО «Строительный трест № 8», филиал «Брестский завод железобетонных конструкций и строительных деталей» ОАО «Дорстроймонтажтрест» и УП «Плиточки». Были отобраны восемь образцов добавок для бетона различных

типов и разных производителей (табл. 2), которые и были проанализированы на содержание ионов аммония.

Результаты определения содержания ионов аммония в исследованных образцах приведены в табл. 3. Как видно, незначительное превышение концентрации ионов аммония обнаружено только в одной добавке. В остальных случаях ионы *NH<sub>4</sub><sup>+</sup>* либо не обнаруживаются вообще, либо их содержание значительно меньше установленного предельного значения.

Выбор потенциометрического метода в качестве основы для определения концентрации ионов аммония в добавках для бетонов обоснован следующими факторами:

- диапазон определения и чувствительность метода позволяет контролировать содержание ионов *NH<sub>4</sub><sup>+</sup>* в добавках с требуемой точностью;
- проведение потенциометрического определения отличается большой простотой, не требует высокой квалификации персонала и может быть осуществлено в условиях заводской лаборатории;
- потенциометрия не требует наличия дорогостоящего и сложного в обслуживании оборудования, для анализа можно использовать лабораторные иономеры производства Республики Беларусь (ОАО "Гомельский завод измерительных приборов");
- для потенциометрического определения ионов аммония не используются токсичные и дорогостоящие вспомогательные реактивы;
- анализ отличается высокой экспрессностью и может быть проведён за относительно малый промежуток времени;
- в отличие от спектрофотометрического анализа для потенциометрического определения собственная окраска добавки для бетона является несущественной.

Вместе с тем, потенциометрический метод анализа обладает и недостатками. Прежде всего, это возможное влияние на результаты определения присутствия мешающих ионов (*K<sup>+</sup>*, *Na<sup>+</sup>*, *H<sup>+</sup>*, *Li<sup>+</sup>*, *Ca<sup>2+</sup>*). Содержание ионов *K<sup>+</sup>* способно исказить результаты определения аммонийного азота, однако на практике соединения калия очень редко используются в рецептурах добавок. Также фактически не применяются в качестве добавок соединения лития и кальция. Поэтому их влиянием на точность определения *NH<sub>4</sub><sup>+</sup>* можно пренебречь. Наличие очень высокой концентрации ионов *Na<sup>+</sup>* в некоторых добавках может привести при определении к несколько завышенному по сравнению с реальным значению концентрации ионов аммония. Ионы *H<sup>+</sup>* присутствуют в значительных количествах в сильно кислых растворах, вместе с тем pH исследуемых добавок

Таблица 2 – Характеристика образцов химических добавок

Добавка	Агрегатное состояние	Данные о химическом составе	Вид добавки
Образец 1	Твердое	Соли полиметиленафталинсульфокислот различной молекулярной массы и неорганические соли натрия	Пластификатор I группы (суперпластификатор) Ускоритель набора прочности
Образец 2	Твердое	Нафталиноформальдегидный пластификатор и фосфатный компонент	Пластификатор I группы (суперпластификатор) Замедлитель схватывания
Образец 3	Твердое	Соли полиметиленафталинсульфокислот различной молекулярной массы	Пластификатор I группы (суперпластификатор)
Образец 4	Твердое	Комплексная добавка на основе нафталинсульфоната и поверхностно-активных веществ	Пластификатор I группы (суперпластификатор) Ускоритель набора прочности
Образец 5	Твердое	Смесь лигносульфоната, неорганических солей натрия и ингибитора	Пластификатор II группы (сильнопластифицирующий) Ускоритель твердения
Образец 6	Жидкое	Модифицированный поликарбоксилат	Пластификатор I группы (суперпластификатор)
Образец 7	Жидкое	Поликарбоксилаты	Пластификатор I группы (суперпластификатор)
Образец 8	Жидкое	Водный раствор лаурилсульфата натрия с добавлением фталоцианинового красителя	Пластификатор IV группы (слабопластифицирующий) Сообщает скользящие свойства и антиклеевой эффект

Таблица 3 – Результаты определения содержания ионов аммония в образцах добавок

Добавка	pH	Температура, °C	Массовая концентрация ионов аммония (X), мг/кг
Образец 1	7,18	21,4	116,0
Образец 2	7,14	21,3	160,2
Образец 3	7,26	21,2	134,7
Образец 4	5,22	21,3	258,5
Образец 5	9,89	21,3	490,0
Образец 6	6,35	21,2	157,3
Образец 7	4,62	21,3	141,5
Образец 8	7,45	19,3	Не обнаружено

больше 4,5, что соответствует концентрации ионов водорода меньшей  $3,16 \cdot 10^{-5}$  моль/дм<sup>3</sup>. Это означает, что pH добавки не оказывает существенного влияния на точность определения аммония.

Следует отметить, что некоторые недостатки потенциометрического метода не уменьшают его конкурентоспособность по сравнению с другими аналитическими методами определения аммония, которые были проанализированы нами ранее [17].

**Заключение.** Таким образом, проведенное нами исследование показывает, что предложенная методика потенциометрического определения ионов аммония может быть использована в качестве простого, экономичного и экспрессного метода контроля содержания аммиака в добавках для бетона. Отказ от аммонийсодержащих добавок позволяет предотвратить возникновение проблемы миграции аммиака из бетона в воздух жилых и административных помещений, а, значит, способствует улучшению санитарно-гигиенических показателей среды обитания человека.

#### СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ввод жилья по областям и г. Минску [Электронный ресурс] // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Режим доступа: [http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/investitsii-i-stroitelstvo/operativnaya-informatsiya\\_11/o-zhilischnom-stroitelstve/](http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/investitsii-i-stroitelstvo/operativnaya-informatsiya_11/o-zhilischnom-stroitelstve/). – Дата доступа: 19.12.2016.
2. Окружающая среда в школах: политика и текущее состояние : отчет ВОЗ / Европейское региональное бюро ВОЗ. – Копенгаген, 2015. – 74 с.
3. Об утверждении и введении в действие нормативов предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и ориентировочно безопасных уровней воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов и мест массового отдыха населения и признании утратившим силу некоторых постановлений Министерства здравоохранения Республики Беларусь [Электронный ресурс] : постановление Министерства здравоохранения Респ. Беларусь, 08.11.2016 г., № 113 // Национальный фонд технических нормативных правовых актов Республики Беларусь / Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь. – Минск, 2016.
4. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers [Electronic resource]. - Mode of access: <http://www.ashrae.org/about-ashrae>. – Date of access: 19.12.2016.
5. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. ANSI/ASHRAE Addendum n to ANSI/ASHRAE Standard 62-2001. – Approved by the ASHRAE SC on 28.06.2003; by the ASHRAE BD on 03.07.2003; by the ANSI on 08.01.2004. – Atlanta, GA, USA, 2003. – 10 с.
6. На строящемся стадионе «Зенита» обнаружили аммиак и формальдегид [Электронный ресурс] – Фонтанка: Петербургская интернет газета – Режим доступа: <http://www.fontanka.ru/2016/11/17/086/>. – Дата доступа: 24.01.2017.
7. Сотрудники Горсуда не выдержали запаха аммиака [Электронный ресурс] – Фонтанка: Петербургская интернет газета – Режим доступа: <http://www.fontanka.ru/2014/02/04/149/>. – Дата доступа: 24.01.2017
8. Lindgren, T. A case of indoor air pollution of ammonia emitted from concrete in a newly built office in Beijing / Torsten Lindgren // Building and Environment. – Vol. 45. – Issue 3. – March. – 2010. – P. 596–600.
9. Bai, Z. Emission of ammonia from indoor concrete wall and assessment of human exposure / Z. Bai, Y. Dong, Z. Wang, T. Zhu // Environment International. – Vol. 32. – Issue 3. – April. – 2006. – P. 303–311.
10. Salonen, H.J. Airborne concentrations of volatile organic compounds, formaldehyde and ammonia in Finnish office buildings with suspected indoor air problems / Salonen H.J. [et al.] // J Occup Environ Hyg. – 2009. – Mar. – 6(3). – P. 200-209.
11. Rathbone, R. F. Rates of Ammonia Loss from Mortar / R. F. Rathbone, M. A. Tyra, L. Harper // 2001 IAUS / Center for Applied Energy Research, University of Kentucky. – Paper #72. – С. 1-9.
12. A Study of the Effects of Post-Combustion Ammonia Injection on Fly Ash Quality: Characterization of Ammonia Release from Concrete and Mortars Containing Fly Ash as a Pozzolanic Admixture : Final Report / University of Kentucky Center for Applied Energy Research ; R. F. Rathbone, T. L. Robl. – Lexington, Kentucky, 2002. – 63 с. – U. S. DoE Cooperative Agreement Number: DE-FC26-00NT40908.
13. Rathbone, R. F. Techniques for Measuring Ammonia In Fly Ash, Mortar, and Concrete / R. F. Rathbone, R. K. Majors // 2003 IAUS / Center for Applied Energy Research, University of Kentucky. – Paper #98. – С. 1-9.
14. A Study of the Effects of Post-Combustion Ammonia Injection on Fly Ash Quality: Characterization of Ammonia Release from Concrete and Mortars Containing Fly Ash as a Pozzolanic Admixture : Semi-Annual Report / University of Kentucky Center for Applied Energy Research ; R. F. Rathbone, T. L. Robl. – Lexington, Kentucky, 04.11.2002. – 25 с. – U. S. DoE Cooperative Agreement Number: DE-FC26-00NT40908.
15. Добавки для бетонов. Общие технические условия : МКС 91.100.01 Изменение № 1 СТБ 1112-98. – Введ. 01.10.2016 (введено в действие пост. Госстандарта Респ. Беларусь от 01.04.2016 № 27). – Минск : Госстандарт, 2016. – 4 с.
16. Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов аммония в воде и водных растворах потенциометрическим методом с помощью ионоселективных электродов «Эком-NH4». – Свидет. об аттест. № 34-07 от 11.05.2007 г. – Код регистр. ФР.1.31.2007.03516. – Москва, 2007. – 8 с.
17. Халецкая, К. В. Аммиак и его соединения в железобетонных изделиях: обзор аналитических методик и результаты потенциометрического и фотометрического определения / К.В. Халецкая, Н.П. Яловая, Ю.С. Яловая // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. Ф, Строительство. Прикладные науки. – 2015. – № 8. – С. 88–96.

Материал поступил в редакцию 25.01.2017

#### **BONDAR K.V., YALAVAYA N.P. Use of the electrometric method for control of maintenance of ions of ammonium in additives for concrete for the purpose of prevention of migration of ammonia in air of rooms**

The problem of indoor air quality is discussed in the article. Chemical admixtures for concrete are the potential source of emission of ammonia to the air space of residential and administrative buildings from the precast and cast-in-situ reinforced concrete. The method of potentiometric determination of ammonium ions in concrete admixtures is developed by authors. The results of the chemical analysis of the content of ammonium ions in the admixtures of various categories (including plasticizers, and complex additives) are presented. The effects of ammonia emission into the indoor air are analyzed.