

изменяется в пределах от 5 до 25 на м² в зависимости от вида и интенсивности сельскохозяйственного воздействия. Густота побегов синантропных видов достигает 67 экземпляров на м². Наиболее часто встречаются многолетние, корнеотпрысковые виды: бодяк полевой (*Cirsium setosum*), осот полевой (*Sonchus arvensis*)).

В результате обобщенного анализа влияния сельскохозяйственного воздействия на состояние фитоценозов луговых степей нами выделены следующие положения:

Превышение нагрузки выпаса в течение продолжительного времени (10 и более лет) приводит к обеднению разнообразия фитоценозов (происходит снижение количества видового разнообразия до 60 %). В фитосоциологическом спектре при интенсивном выпасе начинают доминировать синантропные виды (рудеральные виды на усиленно выпасаемых пастбищных площадках составляют до 60 %).

Между видовым составом фитоценозов и проективным покрытием проявляется нелинейная связь. Видовое разнообразие – более устойчивая характеристика фитоценозов, при усилении пастбищной нагрузки его показатели уменьшаются значительно медленнее, чем проективное покрытие и средняя высота травостоя. При постпастбищной демуляции видового состава восстанавливается более длительный период по сравнению с другими показателями.

Устойчивость растительных сообществ к сельскохозяйственному воздействию выше в районах с избыточным увлажнением (северо-западные участки). Восстановление показателей структуры и функционирования фитоценозов в условиях достаточного увлажнения происходит значительно быстрее (при постпастбищной демуляции показатели проективного покрытия на 10 % выше).

В наибольшей степени уязвимы к сельскохозяйственному воздействию фитоценозы участков в пределах 50-метровой приграничной зоны Стрелецкой степи, что обусловлено бессистемным выпасом. Процессы пастбищной дигрессии проходят более интенсивно, пастбищная демуляция – замедленно по сравнению с удаленными участками.

УДК 691:620.1 + 693.542.4

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОНОВ АММОНИЯ В БЕТОНЕ КАК ИСТОЧНИКЕ ЭМИССИИ АММИАКА В ВОЗДУХ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Бондарь К.В.

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, kristinakhal@gmail.com
Научный руководитель – Яловая Н.П., к.т.н., доцент.

The problem of emission of ammonia to the air of residential and administrative buildings from precast and cast-in-situ concrete is discussed in the

article. The method of spectrophotometric determination of ammonium ions in concrete and its results are presented. The possibility of applying spectrophotometric method for ammonia determination in concrete is discussed.

Проблема эмиссии аммиака в воздух жилых помещений возникает при возведении зданий из монолитного и сборного железобетона и зачастую обуславливается наличием в составе бетонов азотсодержащих химических добавок. Использование добавок при изготовлении бетонов экономически оправдано и целесообразно, однако методик контроля содержания ионов аммония в самом бетоне или исходном сырье не так много, что связано с многокомпонентностью состава бетона, а также наличием ионов калия и натрия, которые находятся с ионами аммония в одной аналитической группе и мешают его идентификации. Существенный вклад в исследования по определению аммиака внесли Рэтбон и др. [1, 2], однако целью их исследований была возможность утилизации аммонизированной золы-уноса (отходов) в бетон в качестве пуццолановой добавки. А.В. Булатов и др. [3] предложили методику фотометрического определения карбамидов в бетонных смесях. Рассмотренные исследования имеют частный характер и не решают проблему определения соединений аммония в бетоне.

Предложенная нами методика базируется на фотометрическом анализе, в частности на спектрофотометрии. Спектрофотометрическое определение аммиака основано на взаимодействии солей аммония с реактивом Несслера (щелочной раствор соли $K_2[HgI_4]$) с образованием оранжево-коричневого соединения в виде коллоидного раствора. Химическая реакция взаимодействия иона аммония со щелочным раствором йодистого ртутиаммония протекает по уравнению (1):



При стоянии раствор коагулирует, поэтому сравнение окраски необходимо производить до коагуляции. В то же время нельзя приступать к колориметрическому определению сразу же после добавления реактива Несслера, потому что реакция идет не мгновенно. Если содержание аммиака превышает 5 мг/л, то выпадает красно-коричневый осадок и определение не проводится. При меньшей концентрации аммиака получается раствор, окрашенный в различные оттенки: от желтого до светло-коричневого. При содержании аммиака менее 0,05 мг/л окрашивание раствора не наблюдается.

Ионы магния, кальция и железа, содержащиеся в воде, осаждаются реактивом Несслера и мешают анализу, поэтому, перед добавлением реактива Несслера, прибавляют раствор сегнетовой соли, которая удерживает в растворе эти ионы. Данная реакция является единственной реакцией на ионы аммония, которой не мешает наличие мешающих ионов первой группы (калия и натрия).

Для спектрофотометрического определения использовали Спектрофотометр ПЭ-5300ВИ (ТУ 9443-001-5627822-2009), изготовитель ООО «Экохим» (г. Санкт-Петербург) с однолучевой оптической схемой и спектральным диапазоном 325-1000 нм. При проведении спектрофотометрических исследований анализируемые растворы и растворы

сравнения готовились непосредственно перед определением. Исследование проводилось при длине волны 410 нм при толщине пропускающего свет слоя 30 мм.

Образцы бетона были приготовлены в заводской лаборатории КПД КУП «Брестжилстрой», проанализированы в лаборатории учреждения образования «Брестский государственный технический университет». Образцы бетона (28 сут.) представляли собой кубики (10×10×10 см), которые впоследствии подвергались механическому измельчению и просеиванию через сито с круглыми отверстиями диаметром 1 мм. Аналитическая проба отбиралась шпателем не менее чем из пяти различных мест, рассыпанной на ровной поверхности слоем не более 1 см измельченной пробы бетона. Осуществлялся подбор навески пробы бетона (1, 2, 5, 10 г). Для анализа использовали фильтраты водных вытяжек.

Исследовалась возможность применения методики определения ионов аммония предложенным авторами методом в условиях высокощелочной среды водных вытяжек из бетона, сложной аналитической матрицы (наличие мешающих ионов), разных условий твердения образцов (тепловлажностная обработка или естественное твердение), а также наличия или отсутствия в составе химической добавки (модификатора) для бетонов.

В качестве анализируемого раствора выступал раствор, состоящий из аликвоты пробы (50 мл), раствора Сегнетовой соли (2 мл) и раствора реактива Несслера (2 мл). В качестве раствора сравнения выступал глухой раствор (ГР), состоящий из дистиллированной воды (50 мл) с добавлением раствора Сегнетовой соли (2 мл) и раствора реактива Несслера (2 мл).

Данные, полученные при спектрофотометрическом определении ионов аммония представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты спектрофотометрического определения ионов аммония в пробах бетона

Номер образца	Наличие добавки	Условия твердения	Масса БП в 200 мл водной вытяжки	pH	T, °C	T, % ГР	Концентрация, моль/дм ³ ГР	pC NH ₄ ⁺	Концентрация, мг NH ₄ ⁺ /кг
1	–	ЕТ	1,0001	11,78	19,1	94,0	-	-	-
			2,0000	12,07	19,1	87,3	-	-	-
			5,0007	12,29	19,2	76,2	-	-	-
			10,0010	12,41	19,1	72,1	-	-	-
2	–	ТВО	1,0003	11,76	18,8	84,4	-	-	-
			2,0002	12,00	18,9	83,8	-	-	-
			5,0003	12,21	18,6	83,0	-	-	-
			10,0004	12,37	19,3	78,4	-	-	-
3	Пластификатор II группы (сильнопластифицирующий) Ускоритель твердения	ЕТ	0,9976	11,76	19,1	92,1	-	-	-
			1,9970	11,97	18,9	91,6	-	-	-
			5,0004	12,27	18,7	83,1	-	-	-
			9,9990	12,48	20,4	42,8	3,29·10 ⁻⁵	4,483	11,9

Номер образца	Наличие добавки	Условия твердения	Масса БП в 200 мл водной вытяжки	pH	T, °C	T, % ГР	Концентрация, моль/дм ³ ГР	pC NH ₄ ⁺	Концентрация, мг NH ₄ ⁺ /кг
4		ТВО	0,9999	11,66	19,3	95,9	-	-	-
			2,0001	11,80	19,4	90,8	-	-	-
			5,0001	12,04	18,9	90,0	-	-	-
			10,0006	12,31	19,2	86,3	-	-	-
5	Пластификатор группы I (суперпластификатор)	ЕТ	1,0000	11,87	18,9	94,6	-	-	-
			1,9996	11,94	18,8	87,7	-	-	-
			5,0002	12,13	19,0	85,9	-	-	-
			10,0000	12,38	18,7	84,1	-	-	-
6		ТВО	1,0009	11,53	20,0	85,1	-	-	-
			2,0006	11,83	19,1	79,3	-	-	-
			5,0004	12,11	19,0	75,2	-	-	-
			10,0003	12,26	18,7	71,0	-	-	-

(БП – бетонная пыль; ЕТ – естественное твердение, ТВО – тепловлажностная обработка; ГР – глухой раствор)

Проведенные исследования по определению содержания ионов аммония в водных вытяжках из бетона показали, что:

1. Спектрофотометрический метод определения ионов аммония может быть использован для анализа водных растворов вытяжек из бетона при pH = 11-13.

2. Предложенный метод можно считать эталонным, поскольку он базируется на реакции с реактивом Несслера, стабилизированного сегнетовой солью, которая является единственной реакцией на ионы аммония, протеканию которой не мешают присутствующие в растворе ионы калия и натрия (мешающие ионы). Однако, при использовании спектрофотометрии невозможно определить малые концентрации иона аммония в растворах (менее 0,5 мг/л).

3. В образцах бетона, не содержащих химических добавок, отсутствуют аммонийные соединения, в то время как при наличии модификаторов для бетонов возможно наличие аммиака (в нашем случае 11,9 мг NH₄⁺/кг бетона).

Список использованных источников

1. 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.

2. 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.

3. Фотометрическое определение карбамидов в бетонных смесях / А.В. Булатов [и др.] // Аналитика и контроль. – 2012. – Т. 16. – № 3. – С. 281–284.

УДК 574.24

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Бруевич И.А.

Учреждение образования «Гомельский государственный университет им.Ф.Скорины», г. Гомель, Республика Беларусь, ivan_bruevich@mail.ru
Научный руководитель – Осипенко Г.Л., старший преподаватель.

Among the environmental indicators that characterize air pollution there are indicators of specific emissions of pollutants per unit area of the country and per inhabitant. These indicators are widely used to compare between different countries, as well as regions within the country.

В 2015 г. удельные валовые выбросы загрязняющих веществ от стационарных и мобильных источников, рассчитанные на единицу площади Беларуси, составили 6,06 т/км², что на 0,41 т/км² меньше, чем в 2014 г. В разрезе областей данная величина изменялась в диапазоне от 4,2 т/км² (Могилевская область) до 10,0 т/км² (Минская область, включая г. Минск). Для остальных областей этот показатель находился в пределах от 5,1 до 6,2 т/км². Максимальные удельные показатели выбросов как на единицу площади, так и на душу населения характерны для оксида углерода. Высокие значения удельных выбросов на единицу площади по большинству рассматриваемых ингредиентов отмечались в Гродненской и Минской областях (включая г. Минск), где удельные выбросы твердых веществ составили соответственно 0,32 и 0,38 т/км², диоксида серы – 0,04 и 0,1 т/км², оксидов азота – 0,8 и 1,1 т/км², оксида углерода – 2,9 и 5,8 т/км² [1].

По сравнению с 2014 г. удельные показатели выбросов загрязняющих веществ, приведенные на единицу площади, для Гродненской и Минской областей (включая г. Минск) сократились (за исключением выбросов диоксида серы), но по-прежнему остаются наиболее высокими в стране. Следует отметить также высокие удельные выбросы диоксида серы в Витебской и Гомельской областях 0,69 и 0,54 т/км² соответственно [2].

В пересчете на душу населения удельные валовые выбросы в 2015 г. составили 0,133 т/чел. На уровне областей наиболее высокое значение