

4. Жданок, С.А. Нанотехнологии в строительном материаловедении: реальность и перспективы / С.А. Жданок, Б.М. Хрусталеv, Э.И. Батяновский, С.Н. Леонович // Вестник БНТУ», 2009. – № 3. – С. 5-22.

5. Батяновский, Э.И. Влияние углеродных наноматериалов на свойства цемента. XVI Межд. науч.-метод. семинара / Под общ. ред. П.С. Пойты, В.В. Тура. – Бр.: БрГТУ, 2009. – Ч. 2. – С. 136.

6. Батяновский, Э.И. Влияние углеродных наноматериалов на свойства цемента и цементного камня / Э.И. Батяновский, А.В. Крауклис, Петр П. Самцов, П.В. Рябчиков, Павел П. Самцов // Строительная наука и техника. – 2010. – №1-2(28-29). – С. 3-10.

7. Батяновский, Э.И. Особенности технологии высокопрочного бетона на отечественных материалах, включая наноуглеродные добавки / Э.И. Батяновский, В.Д. Якимович, П.В. Рябчиков // Проблемы современного бетона и железобетона: сборник материалов III Международного симпозиума. – Мн.: РУП «БелНИИС», 2011. – Т.2. – С. 53-68.

8. Батяновский, Э.И. Особенности применения углеродных наноматериалов в конструктивно-теплоизоляционных пенобетонах / Э.И. Батяновский, Г.С. Галузо, М.М. Мордич // Наука - образованию, производству, экономике: сборник материалов Девятой Международной научно-технической конференции. – Мн.: БНТУ, 2011. – С. 272-273.

9. Применение добавок в бетон: пособие П1-99 к СНиП 3.09.01-85. – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 2000. – 33 с.

10. Батяновский, Э.И. Эффективность и проблемы энергосберегающих технологий цементного бетона / Э.И. Батяновский, Е.И. Иванова, Р.Ф. Осос // Строительная наука и техника. – 2006. – 3(6). – С. 7-17.

11. Шейда, О.Ю. Влияние комплексной химической добавки, содержащей структурированный углеродный наноматериал, на свойства цемента / О.Ю. Шейда, Э.И. Батяновский. – Мн.: БНТУ, 2014. – С. 272-273.

12. Смеси бетонные. Технические условия: СТБ 1035-96. – Мн.: Стройтехнорм, 1997. – 12 с.

13. Бетонные работы при отрицательных температурах воздуха. Правила производства: ТКП 45-5.03-21-2006 (02250). – Мн.: Стройтехнорм, 2006. – 107 с.

14. Смеси бетонные. Методы испытания: СТБ 1545-2005. – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 2005. – 20 с.

УДК 691:620.1

Яловая Н.П., Халецкий В.А., Яловая Ю.С., Халецкая К.И.

ПРОБЛЕМЫ ЭМИССИИ АММИАКА ИЗ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ПОМЕЩЕНИЯХ ПОСТРОЕННЫХ ЗДАНИЙ

В настоящий момент в развитых странах мира, включая Республику Беларусь, исключительное внимание уделяется проблеме качества жилой среды в помещениях строящихся и уже построенных зданий. Проводимые в этой области исследования показывают, что все чаще в воздухе жилых и общественных зданий содержание вредных веществ значительно выше, чем в атмосферном воздухе городов. Появился термин «синдром больных (нездоровых) зданий». Вредные вещества присутствуют в относительно малых концентрациях (в сравнении с промышленными предприятиями) и не вызывают заболеваний сразу. Однако в результате кумулятивной способности накапливаться в организме, они влияют на здоровье и работоспособность населения, приводя к хроническим интоксикациям, мутациям, ряду аллергических и других заболеваний.

Одним из источников химического загрязнения воздушной среды помещений специалисты видят строительные материалы, применяемые при возведении зданий и сооружений. И если для полимерных материалов уже давно проводится большая работа по их санитарно-гигиенической оценке и разработке норм допустимого применения, то для бетона объем таких исследований крайне недостаточен.

Бетон в традиционном понимании как искусственный камень, состоящий из портландцемента, заполнителей на основе горных пород и воды – достаточно экологичный материал. Между тем, современная технология производства бетона успешно развивается в направлении химизации и использования техногенных отходов различных производств. В настоящее время в развитых странах мира практически весь применяемый в строительстве бетон содержит различного рода химические и минеральные добавки. Применение добавок является одним из наиболее универсальных, доступных и гибких способов управления технологией бетона. Но, помимо очевидных преимуществ, данный подход ставит проблемы эколого-гигиенической безопасности бетона, выражающиеся в процессах длительного выделения вредных газообразных продуктов из его состава, влияющих на загрязнение газовоздушной среды в жилых помещениях.

Экология жилища как область знаний призвана систематизировать методы создания и поддержания оптимальной жилой среды. Для этого учитываются климат и ландшафт участка, ориентация и размещение дома, материалы стен и перекрытий, система кондиционирования и вентиляции, звуковой и световой комфорт.

Следовательно, актуальной проблемой является соблюдение в зданиях различного назначения, как оптимальных параметров микроклимата, так и экологических требований, к состоянию среды внутри помещений.

Для решения данной проблемы необходимо особое внимание уделять:

- изучению влияния материалов на среду обитания и здоровье человека при проведении строительных и ремонтных работ;
- разработке экологически безопасных методов проведения строительных и ремонтных работ, использовании при строительстве и отделке качественных строительных материалов.

Экологическая оценка нагрузок строительных материалов на окружающую среду должна проводиться комплексно, учитывая как экологическую, так и экономическую составляющие производства и применения строительных материалов [1-5].

Современная технология производства бетона успешно развивается в направлении химизации и использования техногенных отходов различных производств. В настоящее время в развитых странах мира практически весь применяемый в строительстве бетон содержит различного рода химические и минеральные добавки. Применение добавок является одним из наиболее универсальных, доступных и гибких способов управления технологией бетона. Перечень практически применяемых в качестве добавок к бетону веществ насчитывает десятки, а исследованных и предлагаемых - целые сотни. Вводятся они для регулирования свойств бетона, бетонной смеси и экономии цемента. Помимо очевидных преимуществ, химизация технологии производства бетона ставит новые проблемы, связанные с качеством бетона в эколого-гигиеническом отношении. Если для полимерных материалов уже давно проводится большая работа по их санитарно-гигиенической оценке и разработке норм допустимого применения, то для бетона ощущается недостаток таких исследований. Между тем специалисты [5] одним из источников химического загрязнения воздушной среды жилых помещений видят строительные и отделочные материалы и конструкции, в том числе бетонные, выделяющие токсичные вещества. В результате загрязнения воздуха жилищ неуклонно растет число людей с аллергическими и другими заболеваниями.

Впервые о проблеме появления запаха аммиака в квартирах заговорили с 2010 года. Ее пик пришелся на 2010-2011 годы, когда тысячи новоселов, купивших жилье у крупных петербургских застройщиков, после заселения обнаружили в своих квартирах неприятный сюрприз – отчетливый аммиачный запах. Тогда проверка, проведенная Роспотребнадзором в некоторых жилых комплексах, выявила превышение концентрации опасного газа в несколько десятков раз. В скандале оказались замешаны именитые строительные компании, доверие к которым раньше не вызывало сомнений. Признать проблему вынудили массовые жалобы жильцов в комиссию по недвижимости Общества потребителей Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Получившие новые квартиры граждане жаловались на резкий запах аммиака в помещениях, который усиливался в жаркую погоду. В результате лабораторных исследований в жилом комплексе одного из застройщиков было установлено, что концентрация аммиака в воздухе помещений превышает предельно допустимые показатели в 17,6 раза [6-7].

Комиссия по недвижимости Общества потребителей Санкт-Петербурга и Ленинградской области считает, что данная проблема возникла после кризиса 2008 года, когда застройщики стали массово закупать дешевый бетон. Споры о причинах ее возникновения ведутся до сих пор. По самой распространенной версии, причиной выделения аммиака послужила особая противоморозная добавка в бетон «Цемактив-3». Однако производители «Цемактива» попытались опровергнуть обвинения в их адрес, заверив, что все компоненты их продукта сертифицированы и соответствуют ГОСТам. По другой версии – запах появился в результате нарушения технологии строительства и смешения бетонных смесей от разных производителей (в этом случае привлечь кого-либо к ответственности не представляется возможным).

В целом, большинство экспертов сошлись во мнении, что главным виновником проблемы стал бетон, однако однозначная версия причин произошедшего по данный момент так и не озвучена.

Аммиак – NH_3 , нитрид водорода, бесцветный газ с резким запахом (нашатырного спирта), почти в два раза легче воздуха, температура кипения $-33,35^\circ\text{C}$. По токсическому действию аммиак относится к группе веществ удушающего и нейротропного действия, т.к. при ингаляционном поражении вызывает токсический отёк лёгких и тяжёлое поражение нервной системы. Аммиак обладает как местным, так и резорбтивным действием. Пары аммиака раздражают слизистые оболочки глаз и органов дыхания, а также кожные покровы, вызывают обильное слезотечение, боль в глазах, химический ожог конъюнктивы и роговицы, потерю зрения, приступы кашля, покраснение и зуд кожи.

Предельно допустимая концентрация аммиака в воздухе рабочей зоны (ПДКр.з.) составляет 20 мг/м^3 [8]. Согласно гигиеническим нормативам ГН 2.1.6.1338-03 ПДК аммиака в атмосферном воздухе населённых мест составляет: ПДКсс. = $0,04\text{ мг/м}^3$; ПДКм.р. = $0,2\text{ мг/м}^3$.

При хронической интоксикации газообразным аммиаком отмечают головные боли, расстройства обмена веществ, понижение артериального давления, неврастению, хронические воспалительные заболевания верхних дыхательных путей, угнетение системы иммунитета и кроветворения и др. [9]. Таким образом, токсическое действие аммиака проявляется не только при высоких концентрациях в условиях химических аварий, но и при превышении ПДК в среде обитания человека, что приводит к развитию хронических патологий и инвалидизации.

Известно, что аммиак образуется по реакциям гидролиза из аминов, амидов и аммонийных соединений. Подобные вещества привносятся в бетон совместно с химическими модификаторами бетонной смеси и бетона или в виде вспомогательных веществ при производстве цемента (интенсификаторы помола) или совместно с отходами других отраслей промышленности, применяемых в качестве минеральных наполнителей (золы, шлаки).

В таблице 1 представлены некоторые вещества, способные выступать в роли источников эмиссии аммиака и нашедшие применение в технологии производства бетона. Многие соединения и вещества, представленные в таблице, при нормальных условиях стабильны в щелочной среде бетона. Однако при совместном использовании с другими органическими или неорганическими соединениями (особенно характерно для комплексных добавок) последние могут интенсифицировать процесс разложения азотсодержащего вещества с выделением аммиака. Некоторые же вещества, такие как триэтанолламин (ТЭА), применяются в очень малых дозах (400-600 г/т цемента) и при соблюдении технологии не способны к выделению аммиака в значимых количествах [11].

Таблица 1 – Возможные источники эмиссии аммиака из строительных конструкций

Вещество	Применение в бетоне
Триэтанолламин (ТЭА) $N(CH_2CH_2OH)_3$	Интенсификатор помола цемента
Сульфированные меламиноформальдегидные смолы	Входят в состав пластификаторов и суперпластификаторов
Аминокислоты: аминуксусная NH_2-CH_2-COOH - аминопропионовая $CH_3-CH(NH_2)-COOH$ и др.	Входят в состав добавок-регуляторов твердения бетона
Карбамид (мочевина) $CO(NH_2)_2$	Модификатор противоморозного действия, составляющая комплексных модификаторов
Амиды карбоновых кислот с общей формулой $RCONH_2$	Входят в состав противоморозных добавок и ускорителей твердения
Нитрат аммония NH_4NO_3	Модификатор противоморозного действия
Гидроксид аммония (аммиачная вода) NH_4OH	Модификатор противоморозного действия
Хлористый аммоний NH_4Cl	Модификатор противоморозного действия
Аммонийная форма нитрата кальция $Ca_2NH_4(NO_3)_{11} \cdot 10H_2O$	Используется в качестве ускорителя сроков схватывания и компонента в противоморозных добавках
Оксалат аммония $(NH_4)_2C_2O_4 \cdot H_2O$	Входят в состав ускорителей схватывания
Лигносulfонат аммония	Пластификатор
Аммонизированная зола-унос	Активная минеральная добавка

Наиболее вероятными и существенными источниками аммиака в бетоне могут стать такие соединения, как соли аммония, карбамид (мочевина) и другие подобные вещества, применяемые в качестве ускорителей твердения и противоморозных добавок, а также аммонизированная зола-унос [12].

Выделение аммиака из бетонных конструкций во внутрижилищную среду происходит из-за наличия в них азотсодержащих примесей, которые попадают в бетон вместе с сырьевыми компонентами. Аммиак образуется из тех азотсодержащих веществ, в которых степень окисления азота равна $-3 (N^{3-})$ [13].

В настоящее время можно выделить следующие наиболее вероятные и известные причины и источники появления аммиака в бетоне:

- 1) транспортировка цемента в неочищенных вагонах-цементовозах;
- 2) наличие повышенного содержания интенсификаторов помола в цементе;

3) наличие аммиака в золах-уноса, применяемых в качестве минеральной добавки в цементе и бетоне;

4) химические добавки-модификаторы бетонной смеси и бетона, способные к образованию аммиака.

1. Транспортировка цемента в неочищенных вагонах-цементовозах

В связи с напряженной ситуацией с Российской железной дорогой по износу подвижного состава, перевозящего цемент, не исключена возможность использования неочищенных вагонов. Так, в прессе [14] приводятся случаи поставки под погрузку цемента немых вагонов, перевозивших минеральные удобрения. В результате этого возможно попадание азотных удобрений в цемент и далее в бетон.

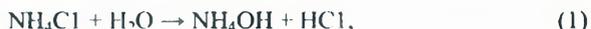
При определенных условиях (влажность, повышенная температура, присутствие щелочей) происходит разложение составляющих удобрений, и выделяется аммиак.

2. Наличие повышенного содержания интенсификаторов помола в цементе

Источником соединений в цементе, которые способны к выделению аммиака, могут являться поверхностно активные вещества (ПАВ), такие как аминоспирты. К подобным веществам можно отнести: триэтанолламин (ТЭА), диэтанолламин (ДЭА), моноэтанолламин (МЭА) или другие подобные соединения, используемые иногда в качестве интенсификаторов помола цемента. Интенсификаторы помола – это технологические добавки (ТД), вводимые при помоле клинкера, которые уменьшают поверхностную энергию частиц, что способствует облегчению помола, тем самым повышается производительность цементных мельниц, удельная поверхность частиц и другие показатели [15].

Процессы образования аммиака (NH_3) из солей аммония (на примере хлористого аммония NH_4Cl) в среде цементного камня описывается следующими уравнениями:

– гидролиз хлористого аммония



– обменная реакция между гидроксидом кальция и хлористым аммонием



– разложение гидроокиси аммония в щелочной среде



Процессы образования аммиака из карбамида (мочевины) $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ в щелочной среде бетона можно описать следующими уравнениями:

– образование аммиака в результате гидролиза мочевины:



– гидролитическое разложение с образованием карбоната аммония:



– карбонат аммония вступает во взаимодействие с гидроксидом кальция



– разложение гидроокиси аммония в щелочной среде



Кроме химических добавок, вводимых при приготовлении бетонной смеси, источниками аммиака в бетоне могут быть азотсодержащие соединения, находящиеся в портландцементе и применяемые при производстве цемента в качестве вспомогательных веществ, интенсификаторов помола цементного клинкера. Известны и нашли применения такие соединения, как триэтаноламин (ТЭА), диэтаноламин (ДЭА), триизопропаноламин (ТИПА) и др. Наибольшее распространение получил триэтаноламин, который теоретически способен при гидролизе образовывать аммиак и этиленоксид согласно уравнению:



Однако интенсификаторы помола применяются в очень малых дозах – 400–600 г/т цемента и способны к выделению аммиака в значимых количествах только при нарушении технологии.

Однако при нормальных условиях все алканол амины стабильны и обладают высокой стойкостью в щелочной среде. Они используются уже в течение десятков лет, и ранее никогда не отмечалось их разложение в цементе с выделением газообразного аммиака [14].

Тем не менее, экспериментальные данные свидетельствуют о способности цементов выделять аммиак. В работе [16] проводились исследования по определению эмиссии аммиака из бетонных смесей, приготовленных на портландцементе разных производителей, по методике, разработанной в Санкт-Петербургском государственном архитектурно-строительном университете (СПбГАСУ). Полученные в ходе проведенных испытаний результаты представлены на рисунке 1. Из рисунка следует, что все исследованные цементы способны в той или иной степени образовывать аммиак.

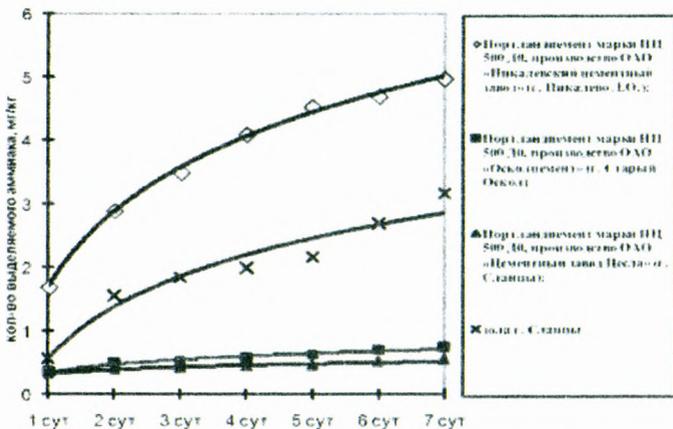


Рисунок 1 – Результаты исследования возможности образования аммиака в составе минеральных компонентов бетонной смеси [16]

3. Наличие аммиака в золах-уноса, применяемых в качестве минеральной добавки в цементе и бетоне

Зола-уноса представляет собой тонкодисперсный материал, состоящий, как правило, из частичек размером от долей микрона до 0,14 мм. Зола-уноса широ-

ко используется в технологии цемента и бетона в качестве минеральной добавки и вводится в цемент в количестве до 20 % от массы по ГОСТ 31108-2003 «Цементы общестроительные. Технические условия» либо в бетонные смеси согласно ГОСТ 25818-91 «Золы-уноса тепловых электростанций для бетонов. Технические условия». Зола-уноса образуется в результате сжигания твердого топлива на тепловых электростанциях (ТЭС) и улавливается электрофильтрами.

Наличие аммиака в золе-уноса обусловлено тем, что на ТЭС для сокращения выбросов оксидов азота (NO_x) в атмосферу в поток дымовых газов инжектируется восстановительный агент, в качестве которого обычно применяют аммиак или мочевину, часть которого выводится из системы вместе с золой-уноса. Зола-уноса с низкой концентрацией аммиака содержит 50-120 $\text{мгNH}_3/\text{кг}$, средней концентрацией 250-600 $\text{мгNH}_3/\text{кг}$ и высокой степенью загрязнения аммиаком около 700-1200 $\text{мгNH}_3/\text{кг}$.

При наличии аммонизированной золы-уноса в бетонной смеси или растворе при затворении водой происходит выброс газообразного аммиака. При высоком содержании аммиака в золе концентрация аммиака в воздухе может превышать 20 $\text{мг}/\text{м}^3$ [17]. На этапе приготовления и укладки бетонной смеси или раствора выделяющиеся высокие концентрации аммиака создают неблагоприятные условия для рабочих, особенно при проведении работ в замкнутых пространствах при отсутствии вентиляции. Также в исследовании [17] было обнаружено, что более 50% от первоначально рассчитанного аммиака осталось в толще бетонной конструкции, и это остаточное количество аммиака будет диффундировать из бетона с очень низкой скоростью в течение многих месяцев. В долгосрочной перспективе эмиссия аммиака из подобных конструкций станет причиной загрязнения газовой среды в помещениях.

4. Химические добавки-модификаторы бетонной смеси и бетона

Виды азотсодержащих добавок, используемых в производстве бетона, приведены в бетон мочевины в таблице 1. Большинство описанных соединений и веществ (таблица 1), при нормальных условиях стабильны в щелочной среде твердеющего цемента. Однако при совместном использовании с другими органическими или неорганическими соединениями, например пластификаторами, солями и т.п., последние могут интенсифицировать процесс распада азотсодержащего вещества с выделением аммиака. Нельзя также отвергать и гипотезу о том, что частицы цемента, содержащие различные количества тяжелых металлов или растворимых щелочей, могут выступать в качестве катализаторов процесса такой деструкции [13].

Анализируя исследования [12,18,19,20], можно сделать вывод, что большинство случаев загрязнения внутрижилищной среды аммиаком связано с введением в бетон мочевины в качестве противоморозной добавки. Рекомендуемые дозировки: до минус 5 °С – 8 % массы цемента; до минус 10°С – 10 %; до минус 15 °С – 12 % [21]. В зависимости от дозировки, полный выход аммиака из бетонной конструкции, содержащей основанную на мочедине противоморозную добавку, может занять более 10 лет [20]. Таким образом, эмиссия аммиака из бетонных конструкций, содержащих мочевины, может стать причиной загрязнения воздуха в помещениях в течение длительного периода времени.

Подводя итог, можно отметить следующие проблемы эмиссии аммиака из бетона:

1) загрязнение воздуха внутрижилищной среды вызывает дискомфортные условия проживания и угрозу здоровью людей;

2) создаются дискомфортные, а порой и вредные условия труда у рабочих, производящих бетон;

3) необходимы специальные меры по снижению эмиссии аммиака из бетона.

Эти обстоятельства обуславливают необходимость решения проблемы эмиссии аммиака из строительных конструкций в помещениях построенных зданий, а также разработки методов и средств прогнозирования и нейтрализации вредного воздействия аммонийных соединений и других вредных примесей, присутствующих в сырьевых компонентах бетонных смесей.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Тетиор, А. XXI век – век создания экологической среды обитания // А. Тетиор. – Строительная газета. – 2005. – № 20.
2. Войтович, В.А. Биодegradация строительных материалов и сооружений. Состояние, тенденции, подавление, профилактика / В.А. Войтович, Г.В. Спириин, Т.Г. Монахова. // Строительные материалы. – 2004. – № 6.
3. Демин, О.Б. Физико-технические основы проектирования зданий и сооружений: учебное пособие / О.Б. Демин. – Тамбов: Тамбов, гос. техн. ун-т. 2004. – Ч. 2. – 84 с.
4. Перельский, Л.В. Строительная экология: учебное пособие / Л.В. Перельский, О.Е. Приходченко. – Ростов н/Д.: Феникс, 2003. – 320 с.
5. Гусев, Б.В. Нормы предельно допустимых концентраций для стройматериалов жилищного строительства / Б.В. Гусев, В.М. Дементьев, И.И. Миротворцев // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 1999. – № 5.
6. www.fontanka.ru/2013/05/16/087/
7. www.bn.ru/articles/2012/03/19/90752.html
8. Лазарев, Н.В. Вредные вещества в промышленности: справочник для химиков, инженеров и врачей / Под ред. Н.В. Лазарева и И.Д. Гадаскиной. – 7 изд., перераб. и доп. – Л.: Химия, 1977. – Т. 3. Неорганические и элементарноорганические соединения. – 608 с.
9. Краткая медицинская энциклопедия / Под ред. Г.В. Петровского. – 3-е изд. – М.: Советская энциклопедия, 1989. – Т. 1. – 624 с.
10. Пухаренко, Ю.В. Эмиссия аммиака из бетонных конструкций и методы ее снижения / Ю.В. Пухаренко, А.М. Миронов, В.Н. Шинманов, С.А. Черевко, О.Ю. Пухаренко // СтройПРОФИ. – 2013. – № 10.
11. Карibaев, К.К. Поверхностно-активные вещества в производстве вяжущих материалов. – Алма-Ата: Наука КазССР, 1980.
12. Миронов, А.М. Исследование эффективности различных покрытий, снижающих эмиссию аммиака из бетона: отчет НИР, Госрегистрация № 01201065826. — СПб.: ГАСУ, 2011.
13. Сивков, С.П. Эмиссия аммиака из цементных бетонов // Технологии бетона. – 2012. – № 5-6. – С. 15-17.
14. Чистый цемент в чистые вагоны // Строительство. – 2005. – № 1-2.
15. Карibaев, К.К. Поверхностно-активные вещества в производстве вяжущих материалов. – Алма-Ата: Наука КазССР, 1980. – 336 с.
16. Пухаренко, О.Ю. Методы снижения эмиссии аммиака из бетона строительных конструкций: магистерская диссертация. – СПб., 2012.
17. Robert, F. Rathbone, Thomas L. Robl. 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 / University of Kentucky Center for Applied Energy Research. Final Report. – 2001. – P. 63.
18. Higuchi Takayuki [et al]. Method for electrochemical treatment of readymixed concrete: патент JP2004122620. Опубликовано: 22.04.2004.
19. Pollak Vladimir, Chodak Ivan. Method for the treatment of concrete: патент SKI51099. Опубликовано: 11.06.2001.
20. Z. Bai. Emission of ammonia from indoor concrete wall and assessment of human exposure / Z. Bai [et al] // Environment International. – 2006. – Vol. 32. – № 3. – P. 303-311.
21. Батраков, В.Г. Модифицированные бетоны. Теория и практика. – 2-е изд., перераб. и доп. – М., 1998. – 768 с.
22. Способ очистки жилых помещений от аммиака: патент RU 2496751;C04B41/72.

23. Шиманов, В.Н. Нейтрализация неагитивного влияния азотсодержащих компонентов в бетоне: автореферат канд. дис. ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет». 2013.

24. Шиманов, В.Н. Нейтрализация вредных примесей в бетоне [Текст] // Актуальные проблемы строительства и архитектуры: докл. международной научно-практической конф. студентов, аспирантов, молодых ученых и докторантов. – В 2 ч. – СПб: СПбГАСУ, 2012. – Ч. 2. – С. 112-115.

25. Шиманов, В.Н. Вредные примеси в бетонах [Текст] / Ю.В. Пухаренко, В.Н. Шиманов // Наука и инновации в современном строительстве 2012: Международный конгресс. – СПб: СПбГАСУ, 2012. – С. 21-23.

26. Шиманов, В.Н. Эмиссия аммиака из бетонных конструкций и методы её снижения [Текст] / Ю.В. Пухаренко, А.М. Миронов, В.Н. Шиманов и др. // СтройПРОФИ. – 2013. – №1 (10). – С. 22-24. (0,3 п.л.).

УДК 666.973.2

Ягубкин А.Н., Бозылев В.В.

К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТЕНОВЫХ АРБОЛИТОВЫХ БЛОКОВ С НАПРАВЛЕННОЙ УКЛАДКОЙ ЗАПОЛНИТЕЛЯ

Изделия из древесно-цементных композиций считаются эффективными строительными материалами, и их производство получило распространение во многих странах мира (Австрия, Великобритания, Германия, США, Япония и др.). В условиях рыночной экономики стеновые материалы должны отвечать новым современным требованиям по созданию благоприятного микроклимата в жилых помещениях, стремясь к признанному эталону – стенам, изготовленным из натурального дерева. В настоящее время строящиеся в Республике Беларусь здания имеют существенные недостатки. Так, в домах, возводимых из железобетонных панелей, из-за недостаточной влажности в помещениях у жителей обостряются астматические заболевания. В домах со стенами из ячеистых газосиликатных блоков наблюдается плесень, грибок на стенах, что приводит к аллергическим заболеваниям. Кроме того, материалы должны быть экологичными, иметь низкую себестоимость, для этого необходимо использовать местное сырьё. Выполнить комплекс поставленных требований может новый вид арболита – модифицированный арболит с направленной укладкой заполнителя, разработанный в Полоцком государственном университете [1-4]. Направленная укладка заполнителя обеспечит достижение высоких прочностных и теплоизоляционных показателей, а добавка Арбел позволит снизить эксплуатационную влажность и при этом избежать сульфатной коррозии. Целью исследований являлось обоснование механизма повышения прочностных показателей арболита с направленной укладкой заполнителя.

Арболит представляет собой материал, состоящий из цементного камня и древесного заполнителя. При этом свойства арболита значительно отличаются от свойств составляющих его материалов. Таким образом, арболит – это композиционный материал [5]. В строении композита обычно выделяют дисперсную фазу (в арболите – древесный заполнитель) и матрицу (в арболите – цементный камень).

На первом этапе с помощью традиционных методов уплотнения арболитовой смеси и разработанного в Полоцком государственном университете метода ко-