

УДК 666.712

САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА С ДОБАВЛЕНИЕМ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ШЛАМА

Сухарникова М.А., Пикалов Е.С.

ФГБОУ ВПО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», Владимир, e-mail: evgeniy-pikalov@mail.ru

Приведены результаты оценки экологической безопасности керамического кирпича, на основе разработанного авторами статьи состава, включающего малопластичную глину Суворотского месторождения Владимирской области и гальванический шлам местного предприятия ОАО Завод «Автоприбор» (г. Владимир). Были проведены санитарно-химические исследования по определению миграции тяжелых металлов в водные и ацетатно-аммонийные вытяжки из образцов с незначительными сколами, имитирующими изнашивание материала. Дополнительно проведены радиологические исследования активности естественных радионуклидов, содержащихся в исследуемом материале. Так как исследуемый материал не содержит органических веществ и не имеет запаха, то бицидные и одорометрические исследования не проводились. За санитарно-токсикологическую оценку материала были взяты результаты определения смертности дафний *Daphnia magna Straus* под действием токсических веществ, присутствующих в водной вытяжке из исследуемых образцов. Результаты исследований подтверждают экологическую безопасность керамического кирпича на основе разработанного состава в обычных условиях эксплуатации, исключающих его длительный контакт с кислыми средами.

Ключевые слова: керамический кирпич, гальванический шлам, миграция тяжелых металлов, радиологические исследования

SANITARY-HYGIENIC EVALUATION OF CERAMIC BRICKS WITH THE ADDITION OF GALVANIC SLUDGE

Sukharnikova M.A., Pikalov E.S.

Vladimir State University of a name of Alexander Grigorevich and Nikolay Grigorevich Stoletovs, Vladimir, e-mail: evgeniy-pikalov@mail.ru

The results of estimation of ecological safety of ceramic bricks on the basis of the developed composition comprising low plasticity clay deposits Svartskog Vladimir region and galvanic mud of local enterprise JSC «Plant enterprises were built» (Vladimir). Were carried out sanitary-chemical studies to determine the migration of heavy metals in water and ammonium acetate extracts of samples with minor chips, simulating the wear of the material. Additionally, we performed radiological studies of activity of natural radionuclides contained in the sample. Since the analyzed material contains no organic matter and no odor, biocidal and audiometrically studies have not been conducted. For sanitary and Toxicological assessment of the material were taken from the results of the determination of mortality *Daphnia magna Straus* under toxic substances present in the aqueous extract of the tested samples. The research results confirm the environmental safety of ceramic bricks on the basis of the developed composition in normal operating conditions, precluding its prolonged contact with acidic environments.

Keywords: ceramic brick, galvanic sludge, migration of heavy metals, radiological studies

Эффективность работы предприятий во всех отраслях промышленности связана с обеспечением больших объемов выпуска продукции высокого качества при минимальных расходах сырьевых и энергетических ресурсов, которые обеспечиваются, с одной стороны, применением малоотходных технологий, а с другой – расширением сырьевой базы. Расширение базы сырьевых ресурсов возможно за счет применения материалов низкого качества или за счет применения вторичных ресурсов, применение которых также способствует созданию малоотходных технологий. Еще одним путем снижения расходов на сырьевые ресурсы является максимально возможное применение сырьевой базы региона, в котором находится предприятие, так как это снижает расходы на транспортировку.

Таким образом, актуальным будет являться выпуск продукции за счет утилизации промышленных отходов местных предприятий. Однако при этом стоит учитывать, что отходы ряда отраслей промышленности содержат в своем составе токсичные компоненты, представляющие опасность для окружающей среды и человека. Поэтому при производстве материалов и изделий с применением промышленных отходов необходимо проводить дополнительные исследования, подтверждающие их экологическую безопасность в соответствии с предъявляемыми санитарно-гигиеническими требованиями [4].

Цель данной работы заключалась в санитарно-гигиенической оценке керамического кирпича на основе малопластичной глины месторождения Владимирской

области с добавлением гальванического шлама местного предприятия. Состав для производства исследуемого кирпича был ранее разработан авторами данной статьи [8] и обеспечивает высокое качество изделий. Предварительно экологическая оценка керамического кирпича была определена при помощи методики определения смертности дафний *Daphnia magna Straus* под действием токсических веществ, присутствующих в водной вытяжке из исследуемых образцов [3], подтвердившая экологическую безопасность материала [8]. Однако необходимо проведение дополнительных комплексных исследований.

Для достижения цели исследования были изучены санитарно-гигиенические показатели составов с различным содержанием компонентов, вводимых в шихту отдельно и совместно, что позволяет определить экологическую безопасность каждого из них и подтвердить экологическую безопасность разработанного состава в целом.

Материалы и методы исследования

Основным компонентом сырьевой смеси для производства керамического кирпича являлась глина Суворотского месторождения Владимирской области, которая имела следующий состав (масс. %): $\text{SiO}_2 = 67,5$; $\text{Al}_2\text{O}_3 = 10,75$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 5,85$; $\text{CaO} = 2,8$; $\text{MgO} = 1,7$; $\text{K}_2\text{O} = 2,4$; $\text{Na}_2\text{O} = 0,7$. Как следует из состава, глина не содержит токсичных компонентов и может считаться экологически безопасной.

В состав шихты также вводили шлам, образующийся в результате реагентной очистки сточных вод гальванических производств предприятия ОАО Завод «Автоприбор» (г. Владимир). Шлам представлял собой пастообразный продукт влажностью от 60 до 70%. В состав шлама входили следующие соединения (масс. %): $\text{Zn}(\text{OH})_2 \approx 11,3\%$; $\text{SiO}_2 \approx 7,08\%$; $\text{Ca}(\text{OH})_2 \approx 16,52\%$; $\text{Cr}(\text{OH})_3 \approx 9,31\%$; $(\text{Fe}^{2+})\text{Cr}_2\text{S}_4 \approx 4,17\%$; $\text{CaCO}_3 \approx 40,25\%$; $\text{CaO} \approx 3,45\%$; $\text{ZnO} \approx 2,41\%$; $\text{Cu}(\text{OH})_2 \approx 2,38\%$; $\text{Ni}(\text{OH})_2 \approx 2,62\%$; $\text{Mn}(\text{OH})_2 \approx 0,64\%$; $\text{Pb}(\text{OH})_2 \approx 0,14\%$ [6].

Как следует из состава шлама, в нем содержатся соединения тяжелых металлов, которые представляют опасность для окружающей среды и здоровья человека. В связи с этим гальванический шлам относится к 2–3 классу опасности [7].

Для обеспечения высоких прочностных характеристик керамического кирпича и снижения миграции из него тяжелых металлов в состав шихты вводилась борная кислота, соответствующая ГОСТ 18704-78. По степени воздействия на организм борная кислота относится к умеренно опасным веществам (3-й класс опасности).

Таким образом, компоненты, вводимые в состав шихты, являются токсичными, следовательно, необходимо проводить санитарно-гигиеническую оценку материала, получаемого с использованием этих компонентов. Эта оценка проводилась в соответствии с методиками и требованиями, установленными методическими указаниями МУ 2.1.674-97 «Санитарно-

гигиеническая оценка строительных материалов с добавлением промходов» [4].

В первую очередь были проведены санитарно-химические исследования, направленные на обнаружение и количественное определение химических веществ, выделяющихся из них в объекты окружающей среды.

Учитывая высокую плотность исследуемого материала (от 1996,9 до 2139 kg/m^3 [8]) и, следовательно, относительно незначительную миграцию химических веществ в воздушную среду, была изучена степень их миграции в суточные водные и аммонийно-ацетатные вытяжки из образцов с незначительными сколами для имитации некоторого изнашивания материала. Применение модельных сред позволяет создать условия, аналогичные миграции под воздействием неблагоприятных факторов среды: кислотных дождей, сезонных перепадов температур, при механическом нарушении плотности материала, что нередко имеет место в реальных условиях [4]. В качестве критериев миграции токсичных веществ из испытываемых образцов в водную среду использовались предельно допустимые концентрации (ПДК) веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водоснабжения [5]. Количественные определения тяжелых металлов в водных вытяжках из образцов проводили на атомно-абсорбционном спектрометре (ААС) «Квант-З.ЭТА-Т».

Дополнительно были проведены радиологические исследования при помощи дозиметра-радиометра МГК-01-10/10 по определению удельной активности естественных радионуклидов, содержащихся в керамическом кирпиче на основе разработанного состава. Это связано с тем, что отходы часто содержат естественные радиоактивные изотопы в существенно больших концентрациях, чем традиционно используемые материалы, поэтому при проведении полной эколого-гигиенической экспертизы исследование на радиоактивность является обязательным [4].

Результаты исследования и их обсуждение

В результате работы были проведены санитарно-гигиенические исследования образцов, полученных на основе составов, приведенных в табл. 1. Образцы изготавливались и испытывались сериями по три образца в каждой и предварительно у них по стандартным методикам были определены физико-механические характеристики [8].

Таблица 1
Составы образцов
для проведения исследований

Номер состава	Содержание компонентов, масс. %	
	Гальванический шлам	Борная кислота
1	–	1
2	–	2
3	2,5	1
4	2,5	2
5	2,5	–

Наибольшую опасность для окружающей среды и здоровья человека представляют содержащиеся в гальваническом шламе соединения тяжелых металлов, поэтому санитарно-химические исследования заключались в определении их миграции из образцов. При этом рассматривались тяжелые металлы с наиболее высоким содержанием в составе гальванического шлама: цинк, хром, медь и никель.

Результаты исследований представлены в табл. 2.

Замеры, проведенные в ходе радиологических исследований образцов, показали, что средняя доза гамма-излучения вблизи поверхности образцов составляет 0,045 мкЗв/ч, что соответствует нормам радиационной безопасности [2].

В связи с тем, что компоненты шихты и получаемый из нее материал не содержат органических веществ и соединений, а также не имеют запаха, биоцидные и одорометрические исследования не проводились.

Для санитарно-токсикологической

Таблица 2

Результаты определения миграции тяжелых металлов в модельные среды

Металл	Концентрация металла		ПДК металлов в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения, мг/л [5]
	в вытяжке на дистиллированной воде (рН = 7,2), мг/л	в вытяжке аммонийно-ацетатной (рН = 4,8), мг/л	
Медь			
Образец 3	0,001	0,129	1
Образец 4	0,002	0,262	1
Образец 5	0,0008	0,249	1
Никель			
Образец 3	0,001	0,715	0,1
Образец 4	0,008	0,172	0,1
Образец 5	0,006	1,694	0,1
Хром			
Образец 3	0,046	0,092	0,05 для Cr ⁶⁺
Образец 4	0,010	0,051	0,05
Образец 5	0,921	2,680	0,05
Цинк			
Образец 3	0,124	0,674	1
Образец 4	0,056	0,328	1
Образец 5	0,782	1,872	1

Как следует из данных, приведенных в табл. 2, в нейтральных средах миграция тяжелых металлов из всех исследуемых образцов значительно меньше установленных ПДК, и образцы могут считаться безопасными в обычных условиях эксплуатации. В кислой среде наименьшей миграцией тяжелых металлов обладал образец № 4, хотя и в нем миграция хрома близка к установленному ПДК, а миграция никеля существенно превышает допустимое значение. Следовательно, для керамики на основе исследуемых образцов необходимо исключать длительный контакт с кислыми средами.

оценки материала были взяты результаты определения смертности дафний *Daphnia magna Straus* под действием токсических веществ, присутствующих в водной вытяжке из исследуемых образцов, полученные ранее [8]. Таким образом, образцы № 1 и 2, содержащие борную кислоту, а также образец № 4, содержащий гальванический шлам, могут считаться малотоксичными.

Выводы

Из результатов проведенных исследований следует, что керамический кирпич на основе состава, содержащего не более 2,5 % гальванического шлама и 2 % борной

кислоты, может считаться наиболее безопасным для окружающей среды и здоровья человека в условиях эксплуатации, исключая его длительный контакт с кислыми средами.

Данный состав обладает высокой прочностью (21,8 МПа [8]) и может быть рекомендован для производства керамического кирпича для внутренних слоев, несущих нагрузку, при строительстве многослойных стен, чтобы исключить воздействие на него агрессивных факторов внешней окружающей среды.

Список литературы

1. ГОСТ 18704-78: Кислота борная. Технические условия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vsegost.com/Catalog/24/24608.shtml> (дата обращения: 12.12.15).
2. Крисюк Э.М. Радиационный фон помещений. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 120 с.
3. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. Федеральный реестр ФР.1.39.2007.03222. – URL: <http://www.koshcheev.ru/wp-content/uploads/2012/07/Petrik-FR-1-39-2007-03222.pdf> (дата обращения 12.12.2015).
4. МУ 2.1.674-97 Санитарно-гигиеническая оценка строительных материалов с добавлением промотходов. – URL: http://www.znaytovar.ru/gost/2/MU_2167497_Sanitarnogigieniche.html (дата обращения 12.12.2015).
5. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. СанПиН № 4630-88 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vashdom.ru/sanpin/4630-88/> (дата обращения: 12.12.15).
6. Селиванов О.Г., Михайлов В.А. Комплексная экологическая оценка полимерного покрытия, содержащего отходы гальванического производства // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № .6; URL: <http://www.science-education.ru/120-16534> (дата обращения 12.12.2015).
7. Селиванов О.Г. Оценка экологической опасности полимерных строительных покрытий, наполненных гальваническим шламом / О.Г. Селиванов, В.Ю. Чухланов, Н.В. Селиванова, В.А. Михайлов, О.В. Савельев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – Т.15. – № 3(6). – С. 1956–1960.
8. Сухарникова М.А., Пикалов Е.С. Исследование возможности производства керамического кирпича на основе малопластичной глины с добавлением гальванического шлама // Успехи современного естествознания. – 2015. – № 10. – С. 44–47. – URL: www.rae.ru/use/?section=content&op=show_article&article_id=10004487 (дата обращения: 12.12.2015).