

УДК 504.064.45+691:539.3+628.4.036.045

И.Н. Швецова, В.А. Шаманов

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПОСЛЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ В АГРЕССИВНОЙ СРЕДЕ

Предложен способ оценки химического загрязнения строительных материалов, эффективность которого рассмотрена на примере строительных отходов предприятия ОАО «Бератон». Выявлены изменения физико-механических характеристик отделочных материалов после эксплуатации в условиях агрессивной среды. Доказана необходимость разработки нормативных указаний по обращению с отходами ликвидируемых промышленных объектов.

Ключевые слова: строительные отходы, строительные материалы, ликвидация зданий и сооружений, анилиновое производство, агрессивная среда.

Отходы строительных материалов от сноса зданий и сооружений предприятий химической промышленности не могут быть приравнены к отходам сноса объектов жилого фонда. Эти отходы несут в себе потенциальную опасность, так как за свой жизненный цикл они накапливают вредные продукты производства.

К сожалению, в утвержденном порядке обращения с отходами сноса объектов жилого сектора нет правил оценки объемов образования, оценки потенциальной опасности отходов, образующихся при ликвидации зданий и сооружений промышленного назначения.

Стоит отметить, что наиболее распространенными и достоверными способами оценки загрязнений являются химико-аналитические. Однако такие методы отличаются длительностью и высокой стоимостью их проведения. Помимо анализа проб на содержание химических соединений аналитическими методами, степень загрязнения отходов сноса можно охарактеризовать изменением физико-механических свойств. К наиболее значимым показателям можно отнести водопоглощение и прочность при сжатии и изгибе.

Объектом исследования являлось анилиновое производство ликвидируемого предприятия ОАО «Бератон» (г. Березники). Производство было введено в эксплуатацию в 1958 г. и выведено из эксплуатации в связи с банкротством предприятия в 2008 г. Процесс производства анилина включал в себя следующие стадии: в условиях парофазного процесса нитробензол испарялся, смешивался с избытком водорода и пропусклся через контактный аппарат, заполненный твердым катализатором. Процесс восстановления шел на поверхности катализатора до полного превращения нитробензола в анилин. Реакционное тепло отводилось высококипящим органическим теплоносителем (ВОТ). Далее реакционные газы охлаждались, анилин конденсировался и собирался в емкости, а избыток водорода возвращался в цикл [2].

На основании анализа реализуемого ранее производственного процесса и в ходе изучения фондовых материалов были установлены области потенциального загрязнения анилином внутри производственных корпусов и на прилегающей территории. При выборе точек отбора проб особенно важна была следующая информация:

- места превышения предельно допустимых концентраций вещества в воздухе рабочей зоны (согласно данным центральной лаборатории предприятия);
- точки возможных проливов и утечек продуктов и полупродуктов в процессе производства (согласно описанию линии транспортировки готовой продукции);
- наличие пятен загрязнения на территории склада готовой продукции, в местах промежуточного хранения продуктов и полупродуктов, на территории производственного цеха.

В ходе последующего рекогносцировочного обследования промышленной площадки были выявлены локальные площадки загрязнения остатками сырья, готовой продукции и сопутствующими отходами от деятельности предприятия. В контактном отделении обнаружены проливы продуктов на полу, стенах в области гидрозатворов емкостей с анилином. На полу и стенах отделения дистилляции пятен загрязнения не было обнаружено, проливы сырья и полупродуктов отсутствовали. Во всех помещениях производственного цеха по получению анилина, несмотря на остановку производства в 2008 г., присутствует устойчивый запах анилина и нитробензола. Непосредственно на объекте были скорректированы точки отбора проб строительных

материалов, которые соответствуют трем зонам: максимального, среднего и минимального загрязнения.

Для оценки изменения физико-механических свойств необходимо знать значения требуемых показателей в начальном периоде эксплуатации. Информацию об исходных свойствах отобранных образцов принимали согласно нормативным документам (ГОСТ 961–57, ГОСТ 6787–90, ГОСТ 961–89). При этом до начала проведения опыта отобранные образцы были сгруппированы по нескольким признакам: внешнему виду, габаритным размерам, маркировке, местам отбора. В отдельные группы были отнесены следующие виды плиток: крупноформатная напольная плитка, среднеформатная напольная плитка, и малоформатная универсальная (напольно-настенная) плитка.

Испытание отобранных образцов проводили в соответствии с требованиями соответствующих нормативных документов [1].

Определение прочности при изгибе проводили на целых плитках, высушенных и подготовленных согласно требованиям стандарта. Схема испытания представлена на рис. 1.

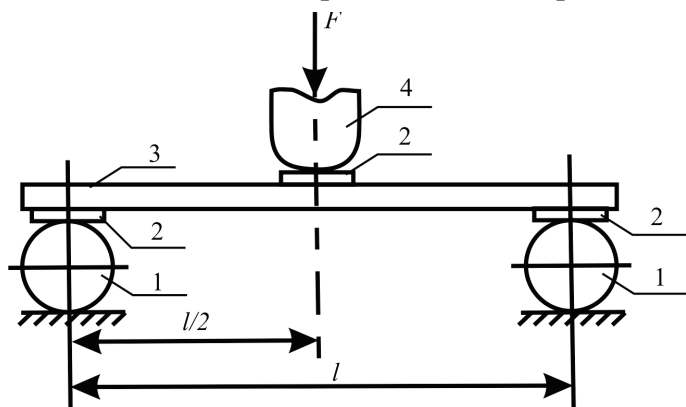


Рис. 1. Схема испытания плиток на прочность при изгибе [1]:

l – опора; 2 – резиновая прокладка; 3 – образец; 4 – деталь, передающая нагрузку

Предел прочности при изгибе, вычисляли по формуле

$$R_{\text{изг}} = \frac{3Fl}{2bh^2},$$

где F – разрушающая нагрузка, Н; l – расстояние между осями опор, мм; b – ширина образца, мм; h – толщина образца, мм.

За предел прочности при изгибе плиток данной партии принимали среднеарифметическое значение результатов испы-

таний всех образцов, при этом полученный результат округляли до 0,1 МПа.

Водопоглощение по массе (значение открытой пористости) определяли двухчасовым кипячением трех частей одной плитки, полученных после испытания на прочность при изгибе. Значение водопоглощения (в процентах) рассчитывали по формуле

$$W = \frac{m_2 - m_1}{m_1} = 100 \%,$$

где m_1 – масса образца, высушенного до постоянной массы, г;
 m_2 – масса образца, насыщенного водой, г.

Полученные результаты вычислений округлялись до 0,1 %.

Результаты испытания физико-механических показателей образцов плитки представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Результаты измерений прочностных характеристик
образцов строительных материалов**

Вид плитки; место отбора	Характеристика образца	R , кгс/см ²	W , %	Степень за- грязнения
Среднеформатная на- польная плитка; бытовое помещение отделения се- парации	При визуальном осмотре пятен за- грязнения не об- наружено	473	2,41	Минималь- ная
Крупноформатная на- польная плитка, храни- лище готовой продукции отделения дистилляции (пол)	Имеются не- большие пятна загрязнения	782	3,20	Средняя
Среднеформатная на- польная плитка; отделе- ние сепарации, пол у ем- костей с анилином- сырцом	Имеются не- большие пятна загрязнения	483	3,19	Средняя
Малоформатная универ- сальная плитка; отделе- ние сепарации, пол у ем- костей с анилином- сырцом	Плитка покрыта слоем продуктов и полупродуктов, пролитых в про- цессе производ- ства	201	3,11	Высокая
Малоформатная универ- сальная плитка; стена около емкостей хранения готового анилина	Явные пятна за- грязнения	261	5,35	Высокая
Малоформатная универ- сальная плитка; пол, ле- стничный пролет второго этажа	Отсутствие пятен загрязнения	225	1,84	Минималь- ная

Окончание табл. 1

Вид плитки; место отбора	Характеристика образца	R , кгс/см ²	W , %	Степень за- грязнения
Малоформатная универ- сальная плитка; пол	Присутствие пя- тен загрязнения в небольшом ко- личестве	216	2,57	Средняя
Среднеформатная наполь- ная плитка; пол	Присутствие пя- тен загрязнения, пленка из про- дуктов или полу- продуктов произ- водства	332	7,47	Высокая
Малоформатная универ- сальная плитка; стена	Присутствие пя- тен загрязнения, пленка из про- дуктов или полу- продуктов произ- водства	191	4,50	Высокая

Для наглядности полученные результаты представлены в виде гистограммы, при этом исходное значение условно обозначено прямой линией (рис. 2 и 3).

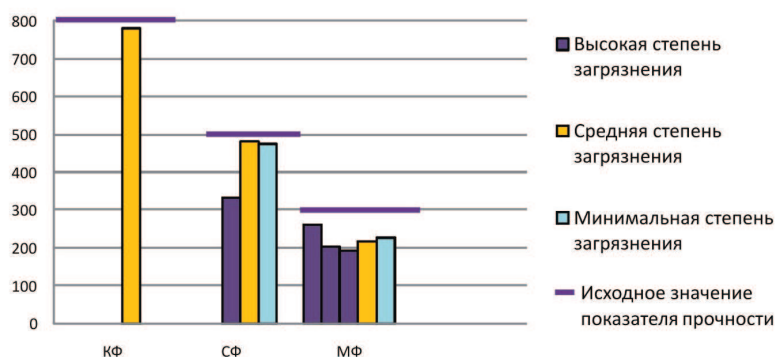


Рис. 2. Гистограмма изменения прочности при изгибе (кгс/см²) различных видов плитки: КФ – крупноформатная плитка, СФ – плитка среднего формата, МФ – малоформатная плитка

Результаты измерений показали, что водопоглощение, а значит, и пористость образцов возросла в среднем в 1–4 раза. Пористость увеличилась в наибольшей степени у образцов с зафиксированным высоким уровнем загрязнения. Кроме того, снижение прочностных свойств плитки отмечается и по показателю сопротивления изгибающим нагрузкам – падение прочности составляет до 34 %. Заниженные показатели прочности при изгибе имеют также образцы плитки с высоким уровнем загрязнения.

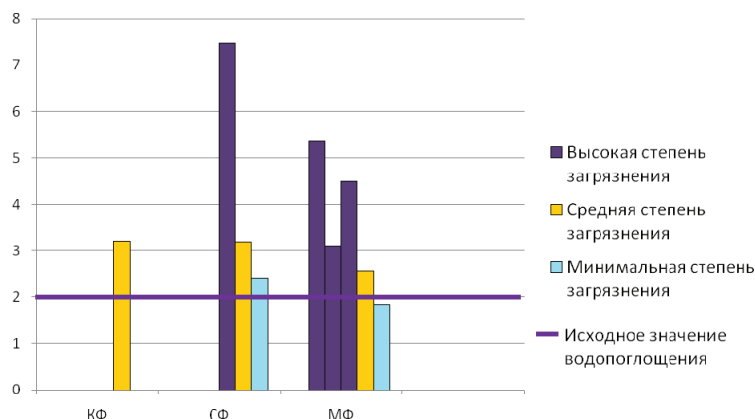


Рис. 3. Гистограмма изменения водопоглощения (%) различных видов плитки:

КФ – крупноформатная плитка, СФ – плитка среднего формата,

МФ – малоформатная плитка

Таким образом, под воздействием агрессивной среды анилинового цеха напольная и стеновая керамическая плитка изменила показатель пористости до 4 и более раз, показатель прочности на изгиб снизился до 66 %. На основании полученных данных считаем, что изменение исходных физико-механических характеристик материалов повлияет на степень опасности строительных отходов за счет увеличения накопленных (сорбированных) поверхностью плитки загрязняющих веществ. Строительные и отделочные материалы зданий и сооружений, внутри которых была агрессивная производственная среда и, возможно, загрязнение продуктами и полупродуктами производства, подлежат обязательному предварительному обезвреживанию.

Полученные результаты доказывают необходимость разработки нормативных указаний по обращению с отходами строительных материалов зданий и сооружений ликвидируемых промышленных объектов.

Библиографический список

1. ГОСТ 27180–2001. Плитки керамические. Методы испытаний.
2. Постоянный технологический регламент № 02-14-9. Производство анилина контактным методом / ОАО «Бератон». – Березники, 1998.

Получено 12.09.2011