

являются р. Западная Двина и ее притоки. Глубина залегания фундамента в исследуемом районе достигает 1,8 км. Водоносные комплексы Оршанского бассейна приурочены к отложениям верхнего протерозоя, среднего и верхнего девона, юры, верхнего мела и антропогена. Воды верхнего протерозоя и среднего девона – хлоридно-натриевые, старооскольского и вышележащих горизонтов – пресные, гидрокарбонатно-натриевые. Мощность водовмещающих пород достигает 1500–1700 м. Зона активного водообмена достигает мощностей 300–350 м, уменьшаясь до 200 м в сторону седловины. В зоне активного водообмена распространены водоносные горизонты четвертичных, меловых, верхне-среднедевонских и верхнепротерозойских отложений (в пределах Белорусской антеклизы).

Подземные воды водозаборного участка скважины № 39138/1984 д. Кордон для хозяйственно-питьевого водоснабжения предварительно изучены в соответствии гигиеническим нормативам, установленным [2–5]. Фактических данных качества подземных вод по источнику хозяйственно-питьевого водоснабжения скважины № 39138/1984 на момент бурения скважины не сохранилось. Согласно результатам анализов подземных вод, проведенных в апреле 2016 года, все исследуемые показатели качества находятся в пределах допустимых значений.

Список использованных источников

1. ТКП 17.04-19-2010 (02120) Охрана окружающей среды и природопользование. Недра. Правила разработки проекта обоснования границ горного отвода: утв. Пост. Минприроды РБ № 10-Т от 17.11.2010. Мн: Минприроды, 2010. – 11 с.
2. Водный кодекс: Закон Респ. Беларусь от 30 апреля 2014 г. №149-З. – 40 с.
3. СанПиН № 10-113 РБ 99 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения: утв. Пост. Гл. Гос.сан врача РБ № 1 от 06.01.1999. – 19 с.
4. СанПиН 10-124 РБ 99 Питьевая вода и водоснабжение населенных мест / Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества: утв. Пост. Гл. Гос.сан врача РБ № 46 от 19.10.1999 с изм., утв. Пост. Гл. Гос.сан врача РБ № 16 от 26.03.2002. – 12 с.
5. ТКП 45-4.01-30-2009 (02250) Водозаборные сооружения. Строительные нормы проектирования: утв. Пост. Минстройархитектуры РБ № 216 от 06.07.2009. – Мн: Минстройархитектуры, 2009. – 28 с.

УДК 691.4

ТРОТУАРНАЯ ПЛИТКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

Гречаников А.В., к.т.н., доц., Тимонов И.А., к.т.н., доц.

Витебский государственный технологический университет,

г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. В статье рассмотрена возможность использования неорганических железосодержащих отходов при производстве тротуарной плитки. Рассмотрены физико-механические и физико-химические свойства серой тротуарной плитки.

Ключевые слова: серая тротуарная плитка, неорганические отходы теплоэлектроцентралей, железосодержащие отходы водоочистительных станций.

Рациональное использование природных ресурсов в настоящее время приобретает особое значение. Решение этой актуальной народнохозяйственной проблемы предполагает разработку эффективных безотходных технологий за счёт комплексного использования сырья, что одновременно приводит к ликвидации огромного экологического ущерба, обусловленного хранилищами отходов. Большинство отходов промышленного производства могут заменить природные ресурсы, а во многих случаях по своим качественным показателям являются уникальным сырьём. Годовой экономический ущерб от загрязнения окружающей среды отходами производства и потребления оценивается на

уровне 10 % от ВВП.

Ежегодно на теплоэлектроцентралях (ТЭЦ) и станциях обезжелезивания образуются тысячи тонн отходов, которые состоят в основном из нерастворимых оксидов, гидроксидов, карбонатов железа, кальция, магния и являются ценным химическим сырьём. Одно из направлений переработки подобных продуктов – их использование в производстве строительных и отделочных материалов, что является важным резервом ресурсосбережения в строительстве [1].

В рамках государственной программы научных исследований «Физическое материаловедение, новые материалы и технологии» подпрограммы 8.22 «Строительные материалы» выполняется проект «Инновационная, ресурсосберегающая технология изготовления тротуарной плитки с использованием промышленных отходов». В ходе реализации проекта были проведены исследования химического состава неорганических железосодержащих отходов, содержания в них тяжелых металлов. Отходы имеют следующий состав, в пересчёте на сухое вещество, масс. %: $\text{Fe}(\text{OH})_3$ – 4,8–12,2; SiO_2 – 41,9–44,5; CaSO_4 – 2,4–2,6; органические вещества – остальное. Содержание большинства тяжёлых металлов в отходах не превышает допустимых санитарных норм, что даёт возможность использовать железосодержащие отходы для изготовления строительных материалов. Однако, содержание микроэлементов (тяжёлых металлов) в отходах необходимо контролировать постоянно и разрешение на выпуск каждой партии строительных материалов необходимо получать в центре гигиены и эпидемиологии [2].

В соответствии с СТБ 1071-2007 «Плиты бетонные и железобетонные для тротуаров и дорог» плиты тротуарные подразделяются на следующие типы в зависимости от конфигурации: квадратные; прямоугольные; шестиугольные; фигурные; окаймляющие бортовые. Тротуарную плитку можно изготовить как методом вибропрессования так и методом вибролитья. В качестве сырья для производства тротуарной плитки используются: цемент, песок, вода и неорганические железосодержащие отходы. Виды и объём применяемых добавок определяют опытным путём в зависимости от вида и качества материалов, используемых для приготовления бетонной смеси, режима твердения бетона. Портландцемент ПЦ-500 получается из размола портландцементного клинкера – продукта обжига до состояния спекания сырьевой смеси, включающей известняк, глину и другие материалы типа доменного шлака, мергеля и т. п., с добавлением гипса и специальных добавок. Химический состав цемента ПЦ-500 (%): 21,55 – оксид кремния; 65,91 – оксид кальция; 5,55 – оксид алюминия; 4,7 – оксид железа; 1,9 – ангидрид серной кислоты; 1,46 – оксид магния; 0,35 – оксид калия; 0,49 – потери при прокаливании.

Песок, используемый при производстве плитки, должен соответствовать требованиям ГОСТ 8736-2014 «Песок для строительных работ. Технические условия». Химический состав песка должен удовлетворять следующим требованиям: содержание оксида кремния (SiO_2) – не менее 98 %; содержание глинистых и илистых примесей – не более 2,0 %. [3,4]

В результате проведённых исследований установлено, что неорганические отходы по своему химическому составу близки к исходному сырью для изготовления плитки и вследствие этого могут использоваться в качестве замены части компонентов исходного сырья при изготовлении тротуарной плитки.

Для проведения исследований на ОАО «Обольский керамический завод», используя метод вибролитья, изготовлена серия тротуарной плитки с различным процентом вложения отходов (5 %, 10 %, 15 %). Поскольку неорганические железосодержащие отходы станций обезжелезивания и водоподготовки относятся к 3 классу опасности, то для производства строительных материалов с добавками неорганических отходов было получено специальное разрешение (лицензия) на право осуществления деятельности, связанной с воздействием на окружающую среду на основании решения Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.

Внешний вид и качество поверхностей плитки соответствуют требованиям СТБ 1071–2007. Исследование физико-механических и физико-химических свойств серой тротуарной плитки проводилось в соответствии с СТБ 1071–2007 «Плиты бетонные и железобетонные для тротуаров дорог» и СТБ 1152–99 «Плиты тротуарные и камни бортовые бетонные вибропрессованные» [3,4]. В таблице 1 приведены результаты испытаний серой тротуарной плитки.

Таблица 1 – Результаты испытаний

Наименование показателя. Единицы измерения	Номер пункта ТНПА, устанавливающего требования к продукции	Нормированное значение показателей, установленных ТНПА	Среднее значение показателей для образцов		
			Содержание отходов (масс. %)		
			5	10	15
1. Марка бетона по морозостойкости	СТБ 1071 п. 4.6.10	F250	F250		
2. Класс бетона по прочности на сжатие, МПа	СТБ 1071 п. 4.6.5	Класс бетона по прочности на сжатие, не менее B22.5	27,5	24,3	17,7
3. Водопоглощение, %	СТБ 1071 п. 4.6.13	не более 6	1,2	2,1	2,7

Проведено исследование влияния на процессы структурообразования в тротуарной плитке содержания в исходном сырье неорганических отходов (рис. 1, 2). С помощью оптического микроскопа проведено исследования микроструктуры образцов плитки.

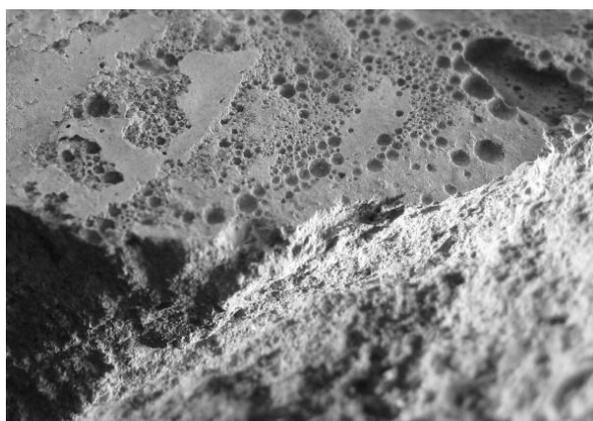


Рисунок 1 – Микроструктура образца плитки без добавок отходов



Рисунок 2 – Микроструктура образца плитки с добавками отходов (процент вложения отходов – 10 %)

Влияние добавки неорганических отходов на процессы структурообразования при производстве плитки зависит от процента вложения этих отходов. Исследовалась добавка отходов в состав тротуарной плитки от 5 до 15 %. Исследования показали, что при увеличении процента вложения отходов (до 10 %) основным изменением микроструктуры является снижение пористости, так как количество дисперсных частиц в смеси (исходное сырьё + добавка) увеличивается. Размеры пор также становятся меньше. Дальнейшее увеличение процента вложения отходов приводит к некоторому снижению доли вяжущего компонента в структуре смеси, что проявляется в сжигании прочностных характеристик плитки, а также увеличению процента водопоглощения. Дальнейшие исследования позволят более детально изучить процессы структурообразования в тротуарной плитке с добавками неорганических отходов.

Список использованных источников

1. Гречаников, А. В. Строительные материалы с добавками неорганических железосодержащих отходов химводоподготовки / А. В. Гречаников, И. А. Тимонов, С. Г. Ковчур // Сучасні хімічні технології: екологічність, інновації, ефективність : Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, 5–6 жовтня 2017 р., ХНТУ м. Херсон (Україна). – 2017. – С. 89–91.
2. Kauchur, A. Paving slabs with additives of inorganic iron-containing waste / A. Kauchur, A. Hrachanikau, I. Tsimanov, S. Kauchur, P. Manak // Education and science in the 21st century : Institution Scientific Practical Conference 31 October, VSTU. – Vitebsk, 2017.
3. СТБ 1071–2007. Плиты бетонные и железобетонные для тротуаров дорог. Технические условия. – Введ. 2008 – 03 – 01.– Минск : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2008. – 15 с.
4. СТБ 1152–99 Плиты тротуарные и камни бортовые бетонные вибропрессованные. Методы определения прочности и морозостойкости. – Введ. 1999 – 04 – 13.– Минск : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 1999. – 21 с.

УДК 691.5

ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ

*Ковчур А.С.¹, к.т.н., доц., Манак П.И.², директор, Ковчур С.Г.¹, д.т.н., проф.,
Потоцкий В.Н.¹, к.т.н., доц.*

¹ *Витебский государственный технологический университет,*

² *ОАО «Обольский керамический завод»,*

г. Витебск, Республика Беларусь

Реферат. В статье рассмотрена возможность использования неорганических кальцито-железосодержащих отходов теплоэлектроцентралей как комплексной добавки в качестве поверхностно-активных веществ, при производстве тротуарной плитки. Рассмотрено влияние внесения отходов химической водоподготовки (код 8410500) на процессы образования бетонной смеси и эксплуатационные и физико-механические свойства серой тротуарной плитки.

Ключевые слова: добавка, пластификатор, поверхностно-активные вещества, серая тротуарная плитка, неорганические отходы теплоэлектроцентралей, кальцито-железосодержащие отходы водоочистительных станций.

Нами была изготовлена партия тротуарной плитки с использованием различных добавок. Раствор, приготовленный с использованием песка и цемента М500 (Д0) для изготовления плитки, имеет ряд недостатков. Основной из них – это большое вовлечение воды и воздуха при смешивании песка и цемента. Вода имеет большое поверхностное натяжение и при формировании из цементного раствора изделий необходимо применять трамбовку или виброобработку. Однако, и это не даёт положительный результат. Вода вместе цементом выступает на поверхность. Более тяжелый песок и щебень спускаются на дно, оседая там. В итоге раствор имеет неоднородную структуру и изделие (на примере тротуарной плитки) имеет низкие показатели. Изделия имеют пористую структуру, низкую плотность, что отрицательно влияет на морозостойкость, истираемость, прочность и ряд других свойств.

Анализ литературных источников показал, что в строительных растворах широко применяют различные добавки поверхностно-активные вещества (далее ПАВ). Как правило ПАВ – органические соединения – их молекулы имеют в своём составе полярную часть гидрофильный компонент (функциональные группы OH, COOH, SO₃H, NO и другие). Гидрофильные добавки, повышающие смачиваемость цементного порошка с водой, применяют при производстве портландцемента с пластифицирующими добавками.

При производстве портландцемента используют и гидрофобные добавки. Они способны длительное время сохранять активность при хранении, влияют на процесс твердения, способны к образованию цементного камня с более однородной структурой.