

3. Takacs E., Wojnarovits L., Borsa J., Racz I. Hydrophylic/hydrophobic character of grafted cellulose. *Radiat Phys Chem* 2010, 79: 467-470.
4. Ren Q., Zhao T. Synthesis and application of modified vegetable oils in water-repellent finishing of cotton fabrics. *Carbohydr Polym* 2010; 80: 381-386.
5. Li S., Jinjin D. Improvement of hydrophobic properties of silk and cotton by hexafluoroprene plasma treatment. *Appl Surf Sci* 2007; 253: 5051-5055.

Статья поступила в редакцию 22.04.2011

SUMMARY

Hydrophobicity is one of the widely-spread examples of textile materials finishing for the special purpose. In spite of a broad use of textile materials with hydrophobic properties, the task of universal superhydrophobic finish creation, which can preserve its positive properties during multi-cycle laundering, is still topical. The purpose of this work is to analyze hydrophobic properties of three commercially available chemicals and determine their optimal concentration for cotton/polyester fabric's finishing. It has been determined that chemicals different concentrations almost don't have an influence on capillarity and air permeability properties of the fabric, but the increase of chemical concentration increases water permeability values. According to experimental study it has been ascertained that the sufficient concentration of examined chemicals for bringing hydrophobic properties to the fabric is 20 g/l. In order to have full measure of chemicals effectiveness, it's necessary to examine washing durability and contact angle of treated samples. The importance of research in the field of superhydrophobic textile materials' surfaces is noted by many scientists in order to optimize and reduce the price of developed technologies, arrive at a solution for its practical application on basis of modern material and technical base.

УДК 504.054

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШЛАКОВ БЕЛОРУССКОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

А.В. Бусел, Н.П. Матвейко, А.О. Калыска

На территории Республики Беларуси ежегодно вывозится в отвалы миллионы тонн промышленных отходов, многие из которых содержат шлак. Запасы шлака в отвалах на данный момент составляют около 2 млн. т, увеличиваясь ежегодно на 120 тыс. тонн [1]. Для хранения шлаков необходимы большие площади. Кроме того, при хранении шлаков происходит загрязнение окружающей среды компонентами, входящими в его состав. Шлаки предлагается использовать в качестве минерального сырья при производстве бетонных и железобетонных конструкций [2,3]. Следует поэтому ожидать, что применение шлаков в строительстве будет расти.

Наиболее значительное количество шлака (электросталеплавильного шлака) образуется на Белорусском металлургическом заводе (БМЗ). Этот шлак используется в дорожном строительстве как заменитель щебня природного камня, в виде самоотверждающихся смесей на его основе или в качестве наполнителя в асфальтобетоне [3]. Особенностью шлака БМЗ является его подверженность распаду с образованием порошка [4]. Причиной распада являются включения негашеной извести и наличие силиката кальция $\beta\text{-Ca}_2\text{SiO}_4$. Продукты гидратации извести занимают большой объем, а β -форма силиката кальция постепенно

переходит в более стабильную γ -форму также с увеличением объема. В результате, помимо ущерба для конструкции, где применен шлак, облегчается процесс распространения образовавшихся мелких частиц в окружающую среду. При контакте таких частиц (порошка) шлака БМЗ с водой возможен переход компонентов шлака (в том числе и экологически опасных) в водную среду, что приводит к загрязнению водной среды вредными веществами. Это, в свою очередь, может привести к загрязнению почвы и продуктов питания растительного происхождения, а также кормов. В этой связи необходим контроль миграции компонентов шлака БМЗ в водную среду.

Цель работы – определить миграцию компонентов шлака БМЗ в водную среду методами рН–метрии и кондуктометрии.

Массовую долю элементов, входящих в состав шлака БМЗ, определяли рентгеноспектральным методом, используя электронный микроскоп марки «Jeol» с приставкой рентгеноспектрального анализа.

Переход компонентов шлака БМЗ при контакте с водной средой изучали по изменению рН и общей минерализации водных вытяжек. С этой целью пробы массой 20 г помещали в стеклянные стаканы объемом 250 см³ и добавляли по 100 см³ дистиллированной (рН 5,83), питьевой (рН 7,79) или подкисленной хлороводородной кислотой (рН 4,55) воды. Через определенные промежутки времени (как правило, через 10 минут) измеряли рН и общую минерализацию вытяжек.

Определение рН водных вытяжек выполняли с помощью рН–метра марки рН 150М, индикаторного стеклянного электрода и хлорсеребряного электрода сравнения. Перед измерением рН проводили калибровку прибора с использованием стандартных буферных растворов, показатели рН которых были ниже и выше (4,02 и 10,27) предполагаемого значения рН исследуемого раствора, по методике, изложенной в описании прибора. Абсолютная погрешность единичного измерения рН составляла 0,1–0,2 единиц рН, относительная погрешность не превышала 5 %.

Общую минерализацию водных вытяжек шлака БМЗ (мг/дм³) измеряли с помощью кондуктометра марки HI 8734. Перед выполнением эксперимента проводили калибровку прибора с использованием стандартного калибровочного раствора, имеющего минерализацию 6,44 мг/дм³ в соответствии с инструкцией по применению прибора. Аналитические характеристики определения минерализации воды с помощью кондуктометра марки HI 8734 рассчитали, используя метод «введено–найдено» по результатам 4 измерений общей минерализации (концентрации электролита, мг/дм³) четырех стандартных растворов, приготовленных из *NaCl* марки «ЧДА» и дважды дистиллированной воды с минерализацией 0,8 мг/дм³.

В таблице представлены результаты измерения общей минерализации стандартных растворов и основные метрологические характеристики.

Из таблицы видно, что относительная погрешность определения общей минерализации растворов не превышает 2,1 %, относительное стандартное отклонение *sr* составляет 0,5 – 1,7 %.

Рентгеноспектральный анализ образцов шлака БМЗ показал, что в нем содержатся следующие элементы (масс. %): кислород – 41,37-42,46; кальций – 19,29-35,73; железо – 4,91-14,58; углерод – 7,09-8,01; кремний – 4,35-7,41; марганец – 1,10-3,19; алюминий – 2,59-4,35; магний – 0,84-1,42 и кадмий – 0,56-1,43. Присутствует в шлаке БМЗ также цинк, свинец и медь, хотя и в небольших количествах (менее 1 мас.%). Элементный состав шлака БМЗ указывает на то, что в нем преимущественно содержится кальций (19,29-35,73 мас.%), железо (4,91-14,58 мас. %) и кислород (41,37-42,46 мас. %). Это значит, что шлак БМЗ содержит, главным образом оксид кальция, который хорошо растворяется в воде, и оксиды

железа (вероятно, Fe_2O_3). По содержанию тяжелых металлов шлак БМЗ можно отнести к 4–му классу опасности [5].

Таблица – Результаты измерения общей минерализации стандартных растворов и основные метрологические характеристики

«Введено», концентрация NaCl в стандартном растворе (X), мг/дм ³	«Найдено», измеренная минерализация стандартного раствора (X_i), мг/ дм ³	Относи- тельное стандарт- ное отклонение (sr), %	Среднее арифметическое значение измеренной минерализации стандартного раствора (X_{cp}), мг/дм ³	Относительная погрешность [($X_{cp} - X$)·100/ X], %
10	10,2 10,3 9,9 9,8	0,5	10,1	1,0
100	98,8 101,2 101,6 101,7	1,5	100,8	0,8
200	201,4 201,8 201,7 202,1	1,6	201,8	1,8
250	251,9 251,8 252,2 252,3	1,7	252,1	2,1

На рисунке 1 представлены результаты изменения рН (средние арифметические значения рН четырех измерений) растворов во времени. Видно, что при контакте шлака БМЗ с водой во всех случаях наблюдается достаточно резкое увеличение рН растворов. Это связано с активным растворением оксида кальция. С течением времени рост рН замедляется, и через 60 минут значение рН, как правило, изменяется незначительно или не изменяется вовсе, что свидетельствует об установлении состояния равновесия и прекращении растворения компонентов шлака БМЗ в воде. Из рисунка 1 видно, что образовавшийся водный раствор имеет во всех случаях щелочную реакцию среды. Наиболее значительно увеличивается рН раствора при контакте шлака БМЗ с подкисленной водой (исходное значение рН воды 4,55) (рис. 1 в). Менее всего увеличивается рН раствора, если исходное значение рН воды 7,79, т.е. среда слабощелочная (рис. 1 б). Это свидетельствует о том, что в кислой среде растворение компонентов, входящих в состав шлака БМЗ, происходит более интенсивно, чем в щелочной среде.

По истечении 60 минут во всех случаях значение рН монотонно и незначительно уменьшается. Через 72 часа контакта шлака с водой оно составляет: 10,33; 9,43; 10,98 для дистиллированной, питьевой и подкисленной воды соответственно. Это можно объяснить растворением оксида углерода (IV), содержащегося в воздухе, с

образованием угольной кислоты, которая частично нейтрализует гидроксид кальция и уменьшает значение pH растворов.

На рис. 2 представлены результаты (среднее арифметическое значение), полученные при определении общей минерализации растворов после контакта шлака БМЗ с дистиллированной водой (исходное значение pH 5,83) и питьевой водой (исходное значение pH 7,79). В подкисленной хлороводородной кислотой воде (исходное значение pH 4,55) измерить общую минерализацию раствора не представляется возможным из-за высокой электропроводности такого раствора.

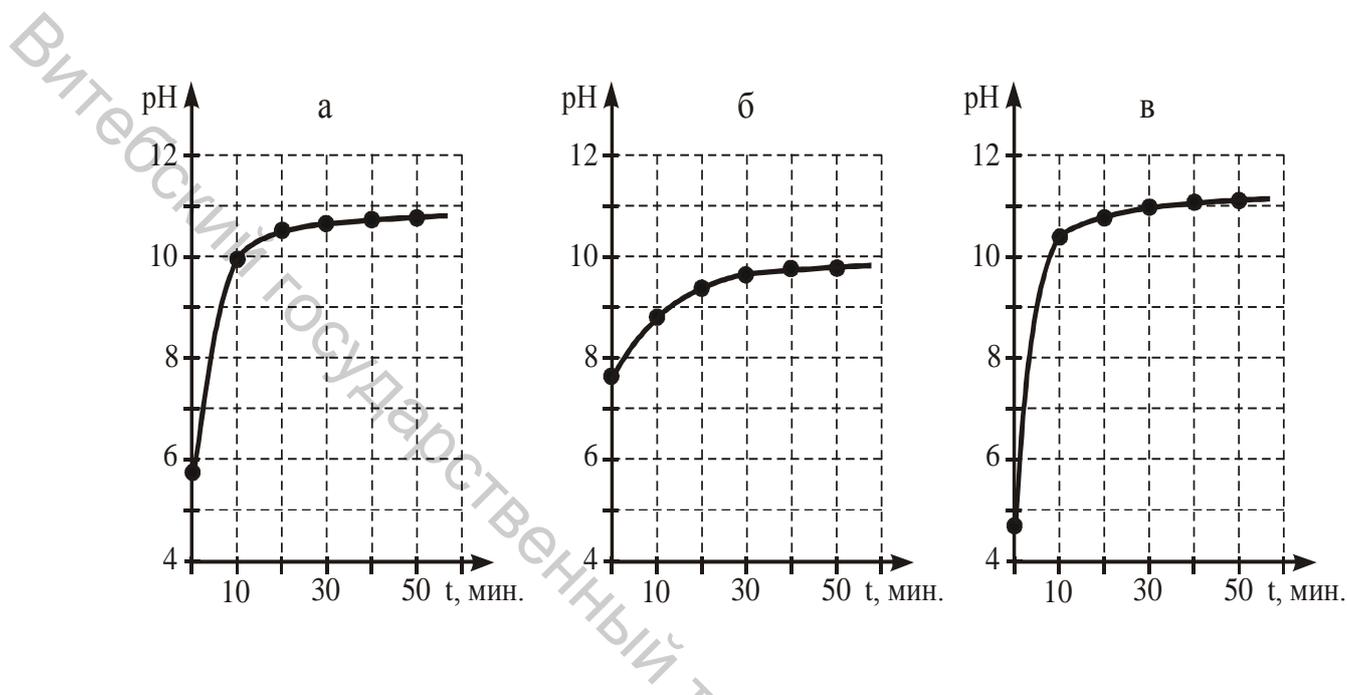


Рисунок 1 – Изменение pH растворов, образующихся при контакте со шлаком БМЗ: а) дистиллированная вода (pH 5,83), б) питьевая вода (pH 7,79), в) вода, подкисленная хлороводородной кислотой (pH 4,55)

Из рисунка 2 б видно, что общая минерализация питьевой воды (исходное значение pH 7,79) при контакте со шлаком БМЗ возрастает с 81,0 мг/дм³ лишь до 106,4 мг/дм³, т.е. всего на 25,4 мг/дм³. Это свидетельствует о незначительном растворении шлака в слабощелочной среде. В случае дистиллированной воды (исходное значение pH 5,83), как видно из рисунка 2 а, растворение шлака значительно больше. Общая минерализация раствора увеличивается с 1,7 мг/дм³ до 230 мг/дм³, т.е. растворение компонентов шлака в дистиллированной воде значительно выше, чем в слабощелочной воде. Следует отметить, что и после часового контакта шлака с водой общая минерализация продолжает с течением времени, хотя и незначительно, увеличиваться. Через 72 часа контакта шлака с водой общая минерализация составляет (мг/дм³): 107,3 и 244,2 – для питьевой и дистиллированной воды соответственно.

Сопоставляя изменение pH водных растворов (рис. 1) и изменение общей минерализации (рис. 2) при контакте со шлаком БМЗ, можно сделать вывод, что эти показатели зависят от исходного значения pH воды одинаковым образом. Из этого следует, что о количестве мигрирующих компонентов шлака БМЗ в водные растворы можно судить по изменению pH раствора и общей минерализации воды после ее контакта со шлаком.

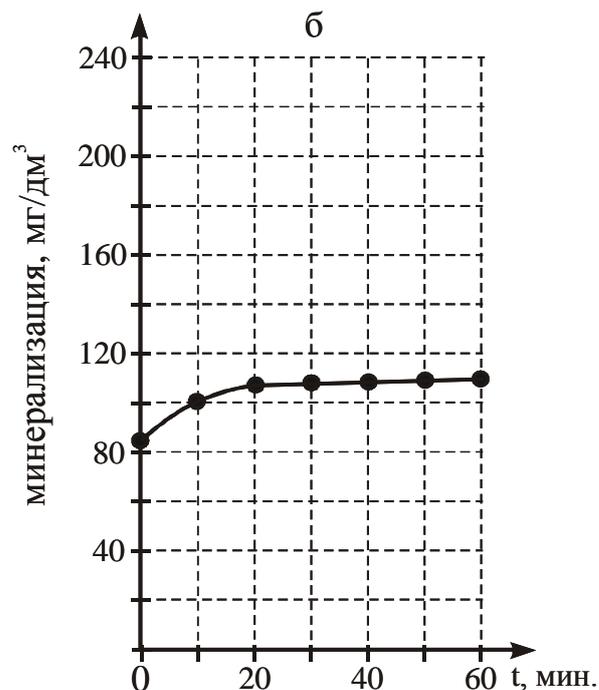
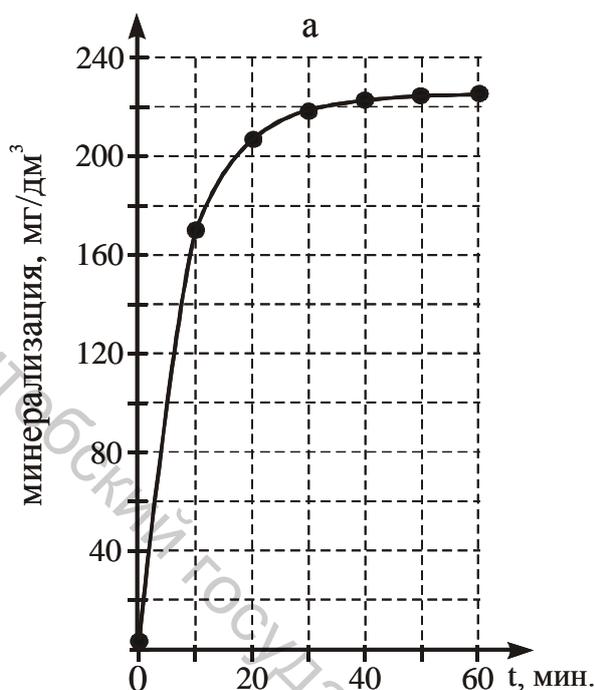


Рисунок 2 – Изменение общей минерализации водных растворов (мг/дм³), образующихся при контакте со шлаком БМЗ: а) дистиллированная вода (рН 5,83); б) питьевая вода (рН 7,79)

По результатам исследований можно сделать следующие выводы.

1. Контакт шлака БМЗ с водой приводит к переходу компонентов, входящих в его состав, в водную среду. При этом чем ниже исходное значение рН воды, тем большее количество веществ мигрирует в водную среду. Об этом свидетельствует значительное увеличение рН водной среды.
2. При контакте шлака БМЗ с водой происходит увеличение общей минерализации водной среды, что обусловлено миграцией в среду компонентов, входящих в состав шлака.
3. Изменение рН и общей минерализации водных вытяжек может быть использовано для оценки миграции компонентов, входящих в состав шлака БМЗ, что позволит оценить экологическую безопасность применения шлака БМЗ для изготовления асфальтобетонных материалов.

Список использованных источников

1. Надо ли изобретать велосипед? // [Электронный ресурс]. – 2007. – Режим доступа: http://WWW.ng.by/ru/issues?art_id=16129.
2. Волженский, А. В. Минеральные вяжущие вещества / А. В. Волженский. – Москва : Стройиздат, 1986. – 464 с.
3. Костенко, А. К. Оценка эколого-экономической эффективности использования электросталеплавильного металлургического шлака в дорожном строительстве / А. К. Костенко // Вестник БНТУ. – 2008. – № 2. – С. 65-72.
4. Ицкович, С. М. Отходы металлургии строительству / С. М. Ицкович, В. А. Балашевич. – Минск : Полымя, 1973. – 53 с.
5. СТБ 1957–2009. Щебень и песок шлаковые для дорожного строительства. Технические условия. – Введ. 01.09.2009. – Минск : Госстандарт, 2009. – 14 с.

SUMMARY

The migration of components of slag BMZ in the aquatic environment is studied by the methods of pH-metry and conductometry.

УДК 677.08.02.16./022

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ФОРМИРОВАНИЯ ОРГАНО-СИНТЕТИЧЕСКИХ
ВОЛОКНИСТЫХ ПЛИТ**

Ю.П. Вербицкая, А.С. Дягилев

(работа выполнена под руководством А.Г. Когана)

На текстильных предприятиях Республики Беларусь ежегодно образуется большое количество отходов, из которого утилизируется менее 10 %. Острая проблема стоит в отношении коротковолокнистых отходов коврового производства. Это сырьё практически непригодно для дальнейшей переработки. Утилизация данных отходов является достаточно сложной и дорогостоящей ввиду необходимости создания специального оборудования, поэтому их складывают, а затем вывозят на полигон для дальнейшего захоронения. В связи с этим можно сделать вывод, что использование отходов в качестве вторичного сырья – это важная экологическая и экономическая проблема.

Сотрудниками кафедры ПНХВ УО «ВГТУ» и ОАО «Витебскдрев» разработана технология получения органо-синтетических волокнистых плит строительного назначения с использованием коротковолокнистых отходов коврового производства с длиной волокон от 0,5 до 25 мм. Получение теплоизоляционных материалов на основе отходов легкой промышленности позволяет значительно удешевить их производство и расширить ассортимент изоляционных материалов, способствует экономии материальных и топливно-энергетических ресурсов в строительстве за счет уменьшения толщины и массы ограждающих конструкций, снижения теплопотерь при эксплуатации зданий и сооружений.

При производстве органо-синтетических волокнистых плит (ОСВП) по технологии ДСП используется древесина лиственных и хвойных пород (сосна, ель, осина, береза, ольха и др.) в различных соотношениях. В роли связующего для наружных слоёв используется смола карбамидоформальдегидная КФ-НФП (продукт поликонденсации карбамида и формальдегида в присутствии кислотных и щелочных катализаторов).

В качестве коротковолокнистых отходов можно использовать отходы коврового производства – кноп ткацкий. В состав кноп ткацкого входят – лавсановые, нитроновые и шерстяные волокна в разном процентном соотношении.

В лабораторных условиях предприятия ОАО «Витебскдрев» были получены экспериментальные образцы ОСВП толщиной 16 мм с использованием отходов текстильной промышленности. Изготовление образцов осуществлялось в соответствии с технологической схемой производства ДСП с помощью пресса типа 2ПГ-500.

В результате проведения предварительных экспериментов определено, что физико-механические показатели получаемых ОСВП с понижением температуры прессования ухудшаются. Согласно технологическому регламенту производства ДСП рекомендованы режимы прессования: температура пресса 180 ± 5 °С; время прессования 7–8 мин. Приведенные параметры технологического процесса