

11. Бессмертный В.С., Инновационная технология глазурирования изделий / Бессмертный В.С., Лесовик В.С., Бондаренко Н.И., Антропова И.А., Ильина И.А. // Успехи современного естествознания. - 2013. - № 2. - С. 107-108.

12. Пучка О.В., Плазмохимические методы получения покрытий на поверхности пеностекла / Пучка О.В., Бессмертный В.С., Сергеев С.В., Вайсера С.С. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2013. - №3 - С. 147-150.

13. Bessmertnyi V.S., Production of glass microspheres using the plasma-spray in method / Bessmertnyi V.S., Krokhin V.P., Lyashko A.A., Drizhd N.A., Shekhovtsova Zh.E. // Glass and Ceramics. - 2001. - Vol. 58. № 7-8. - P. 268-269.

14. Способ изготовления декоративных бетонных изделий. Бессмертный В.С., Стадничук В.И., Минько Н.И., Бессмертная В.А., Ходькин А.П., Бондаренко Н.И., Ткаченко О.И. Патент на изобретение *RUS 2466664* 20.12.2010.

15. Дорохова Е.С., Разработка и опытная апробация технологии облицовочного стеклокристаллического композита / Дорохова Е.С., Изотова И.А., Жерновой Ф.Е., Бессмертный В.С., Жерновая Н.Ф. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2016. - №1. - С.138-143.

16. Здоренко Н.М., Бессмертный В.С., Дюмина П.С., Бондаренко Д.О., Кочурин Д.В. Плазмохимическое модифицирование блочных теплоизоляционных материалов / Здоренко Н.М., Бессмертный В.С., Дюмина П.С., Бондаренко Д.О., Кочурин Д.В. // Фундаментальные исследования. - 2018. - № 6. - С. 9-14.

УДК 666.232.6:621.9.04:533.9

Кочурин Д.В., асп.,
(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)
Здоренко Н.М., канд. техн. наук
(БУКЭП, г. Белгород, Россия)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТЕКЛЯННЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАЩИТНО-ДЕКОРАТИВНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ БЛОЧНЫХ КОМПОЗИТАХ

Предложено использование стеклянных бытовых отходов и боя различных огнеупорных материалов для получения высококачественных износостойких и термостойких защитно-декоративных покрытий на теплоизоляционных композитах, в частности блочного пеностекла.

Ключевые слова: стеклянные бытовые отходы, бой высокоглиноземистого огнеупора, защитно-декоративное покрытие, плазмохимическое модифицирование.

В настоящее время в РФ остро стоит проблема сбора и переработки стеклянных бытовых отходов [1,2].

Учёными многих кафедр БГТУ им. В.Г. Шухова проведены обширные исследования по разработке технологий получения различных композиционных строительных и облицовочных материалов [3-5]. Основными направлениями использования стеклянных бытовых отходов являются: получение различных стеклокристаллических облицовочных материалов, в том числе и безусадочных; использование стеклобоя тарных, листовых и медицинских стёкол в технологии производства блочного пеностекла [6-8]. Перспективным направлением переработки различных видов вторичного стекольного сырья является его использование в различных составах защитно-декоративных покрытий на стеновых строительных материалах [9-11].

Использование нетрадиционных источников энергии позволит создать энергосберегающие, высокопроизводительные и экологически чистые технологии [12,13]. Наиболее эффективным нетрадиционным источником энергии является низкотемпературная плазма, позволяющая за короткие промежутки времени разогреть оплавляемую лицевую поверхность любого силикатного материала до 2000°C [14-15].

Разработка композиционных износостойких и термостойких защитно-декоративных покрытий на теплоизоляционных материалах с последующей их плазмохимической модификации является уникальным решением, не применяемым ранее.

В лабораторных условиях для приготовления разработанных составов защитно-декоративных покрытий использовали бой тарных стёкол и высокоглиноземистый огнеупор, которые мололи в фарфоровой шаровой мельнице в течении 6 часов. После помола готовили основной защитно-декоративный слой и промежуточный термостойкий слой путем перемешивания тонкодисперсного огнеупора порошка с жидким натриевым стеклом, слои. Полученную пасту наносили на лицевую поверхность блочного пеностекла и подсушивали в сушильном шкафу, а затем на промежуточный слой – состав, включающий бой цветных тарных стёкол, бой глиноземистого цемента и жидкого стекла при оптимальном соотношении равном 10:5:1, выявленном экспериментально.

Оплавление защитно-декоративного покрытия производили на лабораторной установке, позволяющей регулировать скорость перемещения плазменного сопла относительно лицевой поверхности предварительно нанесенного на блочное пеностекло защитно-декоративного покрытия. Высокотемпературным источником в

предлагаемой технологии служил электродуговой плазмотрон «Горыныч» с температурой плазменной струи 6000°C

После оплавления защитно-декоративного покрытия плазменной струей плазмотрона исследовали его эстетико-потребительские свойства. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Свойства защитно-декоративных покрытий

№ п/п	Наименование показателя	Размерность	Значение показателя
1	Прочность сцепления покрытия с основой	Мпа	0,8
2	Микротвердость	HV	853±1
3	Гидролитический класс	-	III
4	Кислотостойкость	%	98
5	Щелочестойкость		94
6	Термостойкость	°C	122
7	Толщина покрытия	мкм	1000±100

Далее проведенные исследования показали, что по фазовому составу верхний слой защитно-декоративного покрытия представлен стеклофазой с областями микроликваций и газовыми включениями. Промежуточный слой покрытия представлен стеклокристаллическим материалом, включающим аморфную и кристаллическую фазу и α , β – глинозёма. Контактный слой представлен в основном кристаллической фазой из различных модификаций оксида алюминия.

Экспериментально полученные на основе стеклянных бытовых отходов защитно-декоративные покрытия на блочном пеностекле обладают высокими эксплуатационными показателями.

Библиографический список

1. Бессмертный В.С., Получение защитно-декоративных покрытий на изделиях из бетона: Монография. / Бессмертный В.С., Дюмина П.С., Бондаренко Н.И. – Белгород: Издательство БУКЭП, 2012. – 120 с.
2. Bessmertnyi V.S., Science for ceramics using air cooling / Bessmertnyi V.S., Panasenko V.A., Glaz V.N., Krohin V.P., and Nikiforova E.P. // Glass and Ceramics. - 2000. - Vol. 57. - P. 3-4.
3. Бесмертный В.С., Синтез синтетических минералов с использованием альтернативных источников энергии / Бесмертный В.С., Минько Н.И., Дюмина П.С., Крохин В.П., Семенов С.В., Липко М.А. // Стекло и керамика. – 2005. - №12. – с. 25-26.
4. Бессмертный В.С., Получение защитно-декоративных покрытий стеновых строительных материалах автоклавного твердения / Бессмертный В.С., Ильина И.А., Соколова О.Н. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2012. - №3. - С.155-157.

5. Дорохова Е.С., Разработка и опытная апробация технологии облицовочного стеклокристаллического композита / Дорохова Е.С., Изотова И.А., Жерновой Ф.Е., Бессмертный В.С, Жерновая Н.Ф. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2016. - №1. - С.138-143.
6. Bessmertnyi V.S., Production of glass microspheres using the plasma-spray in method / Bessmertnyi V.S., Krokhin V.P., Lyashko A.A., Drizhd N.A., Shekhovtsova Zh.E. // Glassand Ceramics. - 2001. - Т. 58. - № 7–8. - С. 268 – 269.
7. Лазько Е.А., Современные тенденции сбора и переработки стекольного боя / Лазько Е.А., Минько Н.И., Бессмертный В.С., Лазько А.А. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2011. - №2. - С.109-112.
8. Пучка О.В., Плазмохимические методы получения покрытий на поверхности пеностекла / Пучка О.В., Бессмертный В.С., Сергеев С.В., Вайсера С.С. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2013. - №3. - С.147-150.
9. Бессмертный В.С, Методология разработки состава и прогнозирования свойств композита на основе стекольного боя / Бессмертный В.С, Жерновой Ф.Е., Дорохова Е.С., Изотова И.А. // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. - 2015. - №3. - С.130-134.
10. Bessmertnyi V.S., Plasma rod decorating of household glass / Bessmertnyi V.S., Krokhin V.P., Panasenko V.A., Drizhd N.A., Dyimina P.S., Kolchina O.M. // Glassand Ceramics. - 2001. - Т. 58. № 5–6. - С. 214 – 215.
11. Бессмертный В.С., Инновационная технология глазурования изделий / Бессмертный В.С., Лесовик В.С., Бондаренко Н.И., Антропова И.А., Ильина И.А. // Успехи современного естествознания. - 2013. - № 2. - С. 107-108.
12. Пат. 2459699 Российская Федерация, МПК В28В 11/00 Способ изготовления декоративных бетонных изделий / В.С. Бессмертный, В.И. Стадничук, Н.И. Минько, В.А. Бессмертная, А.П. Ходыкин, Н.И. Бондаренко, О.И. Ткаченко; заявитель и патентообладатель БГТУ им. Шухова. № 2010152161/03, заявл. 20.12.2010; опубл. 27.08.2012 Бюл. №24. 6 с.
13. Пат. 2466864 Российская Федерация, МПК В28В 11/04 Способ получения защитно-декоративного покрытия на изделиях из бетона / В.С. Бессмертный, Н.И. Бондаренко, А.А. Черникова, С.Ю. Вдовина, А.В. Симачев, Л.Д. Шалахова; заявитель и патентообладатель БГТУ им. Шухова. № 2011112717/03, заявл. 01.04.2011; опубл. 20.11.2012 Бюл. № 32. 6 с.
14. Способ изготовления декоративных бетонных изделий. Бессмертный В.С., Стадничук В.И., Минько Н.И., Бессмертная В.А., Ходыкин А.П., Бондаренко Н.И., Ткаченко О.И. Патент на изобретение RUS 2466664 20.12.2010.
15. Способ получения защитно-декоративного покрытия на изделиях из бетона. Бессмертный В.С., Бондаренко Н.И., Черникова А.А., Вдовина С.Ю., Симачев А.В., Шалахов Л.Д. Патент на изобретение RUS 2459699 01.04.2011.
16. Минько Н.И., Пеностекло. Научные основы и технология: Монография. / Минько Н.И., Пучка О. В., Бессмертный В.С., Семененко С.В., Крахт В.Б., Мелконян Р.Г. – Воронеж: Научная книга, 2008. -168 с.

17. Бессмертный В. С., Плазменные технологии в производстве стекла / Бессмертный В. С., Бондаренко Н. И., Бондаренко Д.О., Минько Н. И., Кочурин Д. В., Макаров А. В. // Стекло и керамика. - 2019. - №7. – С. 85-92.

18. Здоренко Н.М., Плазмохимическое модифицирование блочных теплоизоляционных материалов / Здоренко Н.М., Бессмертный В.С., Дюмина П.С., Бондаренко Д.О., Кочурин Д.В // Фундаментальные исследования. - 2018. - № 6. - С. 9-14.

УДК 504.062.4

**Лупандина Н.С., канд. техн. наук, доц.,
Вороненко З.В., студ.**
(БГТУ им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)

ФИТОЭКСТРАКЦИЯ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

В статье рассматривается возможность применения аккумулялирующих свойств зеленых растений для очищения почв, загрязненных тяжелыми металлами, а также результаты эффективности такого подхода.

Ключевые слова: фиторемедиация, фитоэкстракция, тяжелые металлы, почвы, гипераккумуляторы.

Развитие хозяйственной деятельности человека оказывает влияние не только на качество жизни, но и на окружающую среду. Множество заводов и фабрик выбрасывают ежедневно огромное количество всевозможных отходов самого разного происхождения. В двадцать первом веке значительная часть отходов с производственных предприятий, не проходя надлежащую очистку, попадает прямо в окружающую среду и загрязняет почвы, воздух и воду. Немалый вред оказывают тяжелые металлы такие, как мышьяк, марганец, кадмий, цинк, хром, медь, свинец, никель, поступающие непосредственно с предприятий черной, цветной металлургии, горнодобывающих комбинатов, шахт. Попадая в почву, тяжелые металлы способны вызвать серьезные изменения микробиологических и физико-химических свойств почвы, а также нарушения её функционирования.

Помимо существующего способа использования отработанного активного ила для очищения почвенных смесей, одним из методов решения проблемы загрязнения почв тяжелыми металлами является фиторемедиация [1]. Это способ очищения почвы, в основе которого лежит способность зеленых растений, устойчивых к загрязнителям, накапливать в своих тканях тяжелые металлы без вреда для самих растений.