

Таблица 2 – Содержание Zn, Cd, Pb, Cu и Hg в лекарственном растительном сырье

Наименование пробы	Содержание металла, мг/кг									
	Zn	S <sub>r</sub> , %	Cd	S <sub>r</sub> , %	Pb	S <sub>r</sub> , %	Cu	S <sub>r</sub> , %	Hg	S <sub>r</sub> , %
Корни валерьяны	29,21± 0,41	1,0	0,021± 0,001	4,9	0,252± 0,015	4,2	1,142± 0,062	3,9	0,0091± 0,0006	5,0
Трава зверобоя	33,62± 0,37	0,8	0,192± 0,012	4,5	0,321± 0,019	4,2	3,251± 0,136	3,0	0,0222± 0,0015	4,9
Цветки календулы	19,42± 0,30	1,1	нет	–	0,112± 0,007	4,7	2,202± 0,099	3,3	0,0582± 0,0039	4,8
Трава пустырника	33,63± 0,37	0,8	0,101± 0,007	4,7	0,201± 0,012	4,3	1,941± 0,095	3,5	0,0171± 0,0012	5,0
Плоды боярышника	31,51± 0,39	0,9	0,122± 0,008	4,6	0,473± 0,026	4,0	2,992± 0,129	3,1	0,0782± 0,0052	4,8

Таблица 3 – Содержание Zn, Cd, Pb, Cu и Hg в спиртовых лекарственных настойках

Наименование пробы	Содержание металла, мг/кг									
	Zn	S <sub>r</sub> , %	Cd	S <sub>r</sub> , %	Pb	S <sub>r</sub> , %	Cu	S <sub>r</sub> , %	Hg	S <sub>r</sub> , %
Настойка валерьяны	3,61± 0,15	2,9	нет	–	0,0581± 0,0039	4,8	0,0402± 0,0027	4,9	0,0022± 0,0001	5,0
Настойка зверобоя	10,02± 0,31	2,2	нет	–	0,0442± 0,0030	4,8	0,1301± 0,0082	4,6	0,0013± 0,0001	5,0
Настойка календулы	11,02± 0,32	2,1	нет	–	0,0421±0,0 028	4,8	0,0642± 0,0042	4,7	0,0081± 0,0006	4,9
Настойка пустырника	7,01± 0,23	2,4	нет	–	0,0902± 0,0059	4,7	0,1003± 0,0031	4,6	0,003± 0,0002	5,0
Настойка боярышника	6,13± 0,22	2,7	нет	–	0,0713±0,0 047	4,7	0,0271± 0,0018	4,8	0,004± 0,0003	5,0

Сравнение данных, представленных в табл. 2 и 3 с допустимыми уровнями, установленными ТР ТС 021/2011 для чая и ОФС РФ для лекарственного сырья (табл. 1), показывает, что во всех исследованных образцах лекарственного растительного сырья и спиртовых настоек на их основе содержание Cd, Pb и Hg ниже нормированных значений.

Список использованных источников

1. Терёпкина, О.И. Гармонизация подходов по оценке безопасности состава лекарственных растительных препаратов / О.И. Терёпкина, И.А. Самылина, И.П. Рудакова, И.В. Гравель. – Биомедицина. – 2011. – №3. – С. 80-85.
2. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация проб для определения содержания токсичных элементов: ГОСТ 26929. Введ. 21.10.94. – Мн.: Изд-во стандартов, 1994. – 12 с.
3. Дворкин, В.И. Метрология и обеспечение качества химического анализа / В.И. Дворкин. – М.: Из-во МИТХТ, 2014. – 416 с.

УДК 543.253

## МИГРАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ ГЛАЗУРЕЙ КЕРАМИЧЕСКИХ КРУЖЕК

Матвейко Н.П., зав. каф., Брайкова А.М., доц., Перминов Е.В., доц.,  
Садовский В.В., первый проректор

Белорусский государственный экономический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь

Бытовая посуда, в том числе стеклянная, стеклокерамическая, керамическая и эмалированная, используемая для приготовления, потребления и хранения пищевых продуктов, не должна ухудшать их качество и выделять в контактирующие с ней пищевые продукты вредные для здоровья человека вещества. Под воздействием пищевых продуктов из посуды могут выделяться токсичные элементы – свинец, кадмий, алюминий, а также микроэлементы – цинк, барий, хром, бор, кобальт, медь и другие. Показатели выделения вредных веществ относятся к показателям безопасности и характеризуют санитарно-гигиенические свойства поверхности и способность противостоять воздействию кислот сред пищевых продуктов.

Несмотря на то, что количества вредных веществ, выделяющихся из бытовой посуды, могут показаться незначительными, их следует рассматривать в ряду общего воздействия токсичных веществ на человека, которое постоянно возрастает с развитием технического прогресса. Поэтому содержание вредных веществ, выделяющихся из бытовой посуды, регламентируются международными, межгосударственными и национальными техническими нормативными правовыми актами (ИСО 6486-1:1999, ГОСТ 25185.1-95 и другими). В Республике Беларусь действуют Санитарные нормы и правила, утвержденные Министерством здравоохранения (СанПин №119 от 30.12.2014), в которых определено, что

количество вредных веществ, выделяющихся из бытовой посуды, не должно превышать установленных для них допустимых концентраций миграции (ДКМ).

Уровень миграции химических веществ определяют в модельных средах (дистиллированной воде, слабых растворах кислот и других), имитирующих свойства предполагаемого ассортимента пищевых продуктов, при температурно-временных режимах, воспроизводящих реальные условия эксплуатации.

Цель работы – методом инверсионной вольтамперометрии определить содержания Zn (цинк), Cd (кадмий), Pb (свинец) и Cu (медь) в вытяжках керамических кружек. В качестве объектов исследования выбраны образцы керамических кружек с глазурью различных цветов, произведенные как на территории РБ, так и за ее пределами. Основные характеристики образцов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Наименование и характеристика образцов керамических кружек

№	Наименование	Характеристика
1	ОАО «Белхудожкерамика», Республика Беларусь, г. п. Радошковичи	СТБ 841-2003, красно-коричневый цвет глазури
2	ЗАО «Добрушский фарфоровый завод», Гомельская область, г. Добруш	ГОСТ 2839-89, белый цвет глазури
3	ОАО «Белхудожкерамика», Республика Беларусь, г. п. Радошковичи	СТБ 841-2003, желтый цвет глазури
4	«Liling Santang Ceramics Manufacturing», Китай	черный цвет глазури
5	«Шенжен Жан Пен Сян Индастриал», Китай	белый цвет глазури
6	«Тюньскань Уинмэй Керамика»	белый цвет глазури
7	ЧПТУП «Мирские узоры», Гродненская область, д. Трощицы	СТБ 1400-2009, коричневый цвет глазури

Миграцию тяжелых металлов проводили, используя в качестве модельной среды 4% – ый раствор уксусной кислоты, который заливали в кружки и выдерживали в течение 24 ч. Из вытяжек каждого образца отбирали по 10 см<sup>3</sup> раствора, помещали в кварцевые стаканы и выпаривали досуха с помощью двухкамерной программируемой печи марки ПДП – 18 М. Полученный осадок растворяли, добавив в каждую пробу по 1 см<sup>3</sup> 30 %-ого раствора H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> и по 2 см<sup>3</sup> концентрированной HNO<sub>3</sub>. Снова выпаривали досуха при T=180 °С, исключая разбрызгивание проб.

По окончании выпаривания кварцевые стаканы с пробами помещали в печь и проводили озоление при T = 450 °С в течение 30 минут. В результате получили золу белого цвета для всех семи проб.

Содержание Zn, Cd, Pb и Cu в образцах вытяжках керамических кружек определяли методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторе вольтамперометрическом марки ТА-4. Индикаторным электродом служила амальгамированная серебряная проволока, электродом сравнения и вспомогательным электродом – хлорсеребряный электрод. Условия проведения анализа и состав фоновго электролита определяли отдельными исследованиями. Установлено, что электрохимическую очистку индикаторного электрода целесообразно осуществлять в течение 20 сек. попеременной анодной и катодной поляризации при потенциале +100 и -1150 мВ соответственно. Накопление металлов на поверхности индикаторного электрода при потенциале -1350 мВ в течение 20 сек. Успокоение раствора при потенциале -1130 мВ в течение 10 сек., а развертку потенциала со скоростью 80 мВ/сек. на фоне 0,35 М водного раствора муравьиной кислоты в интервале потенциалов от -1130 до +100 мВ.

Определение Zn, Cd, Pb и Cu проводили методом добавок с использованием стандартного раствора, содержащего по 2 мг/дм<sup>3</sup> каждого металла, который готовили на основе государственных стандартных образцов (ГСО) и бидистиллята. Расчет содержания тяжелых металлов в вытяжках керамических кружек выполняли по разности вольтамперных кривых пробы и фона, пробы с добавкой стандартного раствора и фона с помощью программы «VALabTx» и персональной ЭВМ.

В качестве примера на рисунке 1 представлены полученные вольтамперные кривые для вытяжки образца керамической кружки №7.

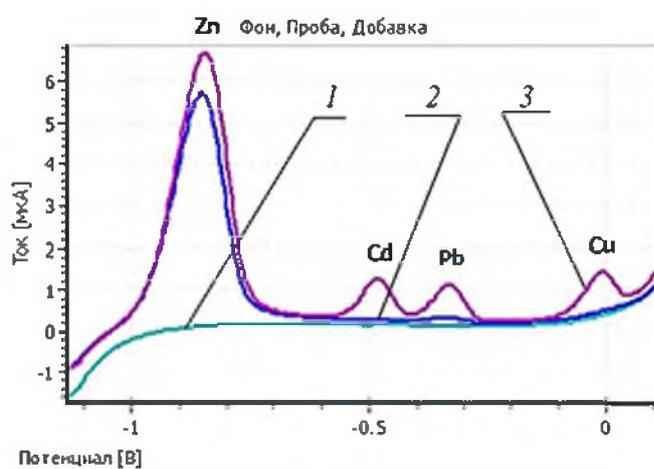


Рисунок 1 – Вольтамперные кривые: 1 – фоновго электролита; 2 – пробы вытяжки керамической глазури образца №7; 3 – пробы с добавкой стандартного раствора, содержащего по 2 мг/л цинка, кадмия, свинца и меди

На рисунке 1 видно, что на вольтамперных кривых раствора фона в интервале потенциалов от -1140 мВ до +100 мВ отсутствуют пики тока окисления (нижняя кривая). Это свидетельствует о чистоте фонового электролита, а именно об отсутствии в нем цинка, кадмия, свинца и меди, поскольку в условиях регистрации вольтамперной кривой возможно анодное растворение ранее сконцентрированных на индикаторном электроде только этих металлов.

На вольтамперной кривой раствора пробы вытяжки керамической кружки № 7 (средняя кривая) имеется максимум тока при потенциале -870 мВ, что указывает на анодное окисление цинка, также имеется максимум тока при потенциале -350 мВ, что указывает на анодное окисление свинца. Токи окисления кадмия и меди практически отсутствуют, вероятно, эти металлы в вытяжке либо отсутствуют, либо содержатся в очень малых количествах.

При введении в раствор пробы добавок стандартного раствора металлов на вольтамперных кривых пики тока окисления цинка и свинца возрастают пропорционально увеличению концентраций этих металлов, а также появляются пики тока окисления кадмия и меди при потенциалах -490 мВ и -30 мВ соответственно (верхняя кривая).

Результаты определения содержания цинка, кадмия, свинца и меди (в мг/л вытяжки), а также допустимые концентрации миграций тяжелых металлов (ДКМ), установленные СанПиН №119 от 30.12.2014 для керамической посуды, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание Zn, Cd, Pb и Cu в вытяжках керамических кружек

№ образца	Содержание металла ( $\chi \pm \Delta x$ ), мг/л								Суммарное содержание металлов	
	Zn	S <sub>r</sub> , %	Cd	S <sub>r</sub> , %	Pb	S <sub>r</sub> , %	Cu	S <sub>r</sub> , %	мг/кг	масс. % · 10 <sup>3</sup>
1	0,56	1,42	следы	–	0,0081	4,6	-	–	0,58	0,06
2	0,61	1,37	следы	–	0,0097	4,4	-	–	0,65	0,07
3	0,79	1,31	следы	–	0,0056	4,9	-	–	0,81	0,08
4	1,40	1,20	следы	–	0,0098	4,4	-	–	1,42	0,14
5	0,90	1,28	следы	–	0,0100	4,3	-	–	0,91	0,09
6	0,42	1,49	следы	–	0,0068	4,7	-	–	0,44	0,04
7	1,00	1,26	следы	–	0,0300	4,1	-	–	1,10	0,11
ДКМ, мг/л, не более	1,000		0,05		0,5		-			

Из представленных данных в таблице 2 видно, что во всех вытяжках керамических кружек содержатся цинк и свинец.

Кадмий и медь практически отсутствуют во всех исследуемых образцах

Испытания показали, что миграция тяжелых металлов у всех образцов, кроме образца №4 (производитель «Liling Santang Ceramics Manufacturing», Китай, черный цвет глазури) не превышает требования СанПиН №119 от 30.12.2014.

УДК 677.27

## СИНТЕЗ КЕРНОВЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ

*Матвейко Н.П., зав. каф., Кошевар В.Д., проф.,*

*Шинкарева Е.В., в.н.с., Паневчик В.В., доц.*

*Белорусский государственный экономический университет,*

*г. Минск, Республика Беларусь*

**Ключевые слова:** синтез пигментов, керамические пигменты.

**Реферат.** В последние годы большое внимание исследователей привлекает создание материалов со структурой «ядро/оболочка». Одним из наиболее эффективных и дешевых методов получения керновых порошкообразных материалов является химическое осаждение. В связи с этим в данной работе было проведено изучение возможности получения керамических пигментов на основе порошкообразных отходов шлифовки оптических стекол (ОС) путем формирования на поверхности базовых микрогранул оболочки из микрочастиц оксидов металлов переменной валентности. Для исследования использован шлам, представляющий собой водную пастообразную смесь мелкодисперсных порошков оптических стекол и шлифовального порошка – электрокорунда (ОС). Предварительно шлам высушивали при температуре 100±5°C до состояния пыления, полученный порошок просеивали через сито с диаметром ячеек 40 мкм. С целью формирования промежуточного силикагелевого слоя на порошок использовали жидкое натриевое стекло (ЖНС) (ГОСТ 13079-81), а цветной оболочки – соли FeSO<sub>4</sub> и Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> марки х.ч. Для контроля процесса формирования двухслойного покрытия на поверхности ОС были использованы дзета-форометрия, дериватография, рентгено-фазовый анализ и сканирующая электронная микроскопия. Полученные пигменты можно применять для приготовления покрытых эмалей по металлу, для декорирования стеклянных изделий, а также в составе лакокрасочных покрытий.

В последние годы большое внимание исследователей привлекает создание материалов со структурой «ядро/оболочка» [1]. Одним из наиболее эффективных и дешевых методов получения керновых порошкообразных материалов является химическое осаждение [2]. В целях экономии сырьевых ресурсов целесообразно в качестве ядра использовать дешевые материалы (отходы промышленных производств), а на поверхности формировать тонкую пленку из более дефицитного цветообразующего вещества.

В связи с этим в данной работе было проведено изучение возможности получения керамических пигментов на основе порошкообразных отходов шлифовки оптических стекол (ОС) путем формирования на поверхности базовых микрогранул оболочки из микрочастиц оксидов металлов переменной валентности.