

450 и 650 нм. В связи с отсутствием на спектрах максимума поглощения при 370 нм, характерного для ионов Cr^{6+} , можно заключить об отсутствии данных ионов в составе синтезированных материалов.

Для получения интенсивного окрашивания необходимо вводить от 1,5 до 3,5 мас. % шламов (в пересчете на сухое вещество). Следует отметить, что с ними вводится до 0,14 мас. % Fe_2O_3 ; 0,03 мас. % CuO ; 0,04 мас. % TiO_2 . В связи с низкой концентрацией данных компонентов, а также учитывая гораздо меньшую в сравнении с ионами хрома поглощающую способность ионов Fe^{3+} , Cu^{2+} , Ti^{4+} , их влияние на спектральные показатели стекол не прослеживается. Следует отметить снижение пропускания в ближней инфракрасной области спектра, связанное с присутствием ионов Fe^{2+} . Изменение окислительно-восстановительных условий синтеза в направлении снижения окислительного потенциала газовой среды приводит к усилению поглощения в ИК-области спектра, что связано с увеличением соотношения $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$.

Использование различных проб гальванических шламов подтверждает воспроизводимость основных технологических и физико-химических характеристик синтезированных стекол, однако показатели светопропускания изменяются в связи с варьированием содержания Cr_2O_3 . Для окрашенных стеклоизделий показатели пропускания строго не нормируются (интегральное пропускание должно быть не менее 25 %). Важное значение имеет однородность окраски, которая в случае использования гальванических шламов обеспечивается.

Таким образом, по результатам проведенного исследования установлено, что использования хромсодержащих осадков гальванических сточных вод позволяет заменить дорогостоящий краситель – оксид хрома – при получении стеклоизделий с высокой декоративностью и требуемыми эксплуатационными характеристиками.

УДК 666.266:543.243

А.М. Брайкова, ассист.; Н.П. Матвейко, доц., канд. хим. наук;
Н.И. Заяц, доц., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИНВЕРСИОННОЙ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ХРОМА, МИГРИРУЮЩЕГО ИЗ СТЕКЛЯННОЙ ТАРЫ

Стеклоянная тара является одним из самых надежных и распространенных видов расфасовки, хранения и транспортирования химических реагентов, пищевых продуктов, медикаментов, парфюмерной продукции и т. п. При этом используется целый ряд преимуществ

стеклянной тары: прозрачность, гигиеничность, достаточно высокая химическая устойчивость, разнообразие размеров и форм и др.

Однако, в процессе хранения, из стеклянной тары в пищевые и другие продукты могут мигрировать различные химические вещества, входящие в состав стекла, иногда опасные для здоровья человека. Это возможно по двум причинам: во-первых, в результате химической коррозии внутренней поверхности стекла под действием расфасованных продуктов и во-вторых, в связи с неудовлетворительным состоянием поверхности стеклянной тары в результате несоблюдения сроков и условий хранения порожней тары [1].

В Республике Беларусь действуют санитарные нормы и правила СанПин 13-3, устанавливающие требования к количеству вредных веществ, выделяющихся из посуды, в том числе и стеклянной, контактирующей с пищевыми продуктами. К регламентированным элементам относятся токсические элементы: свинец, кадмий, алюминий а наряду с ними микроэлементы—цинк, барий, хром, бор, кобальт, медь и другие, которые способны накапливаться в организме и при длительном воздействии могут вызвать негативные последствия. Не смотря на то, что количества вредных веществ, выделяющихся из стеклянной посуды, могут показаться незначительными, их следует рассматривать с точки зрения общего воздействия токсичных веществ на человека, которое постоянно возрастает с развитием технического прогресса.

Определение уровня миграции химических веществ проводят на модельных средах (дистиллированной воде, слабых растворах кислот и др.), имитирующих свойства предполагаемого ассортимента пищевых продуктов, при температурно-временных режимах, воспроизводящих реальные условия эксплуатации. Количество содержащихся в модельных средах химических веществ, не должно превышать установленных для них ДКМ (допустимых количеств миграции). Значения ДКМ являются основными критериями оценки продукции при разработке и постановке стеклянной тары на производства и сертификации. Кроме того, некоторые химические элементы, такие как бор, цинк, титан, алюминий, свинец, барий, кадмий и хром, должны контролироваться периодически.

Одним из элементов, содержание которого в модельных средах регламентируется действующими санитарными нормами, является хром. Хром отнесен Международным агенством по исследованию раковых заболеваний к канцерогенным веществам; будучи биологически мобильным он повреждает слизистые оболочки, кожу, почки и другие органы.

В состав стекол хром вводится бихроматом калия в количестве 0,5–1 % для окрашивания их в желто-зеленый и, при добавлении оксида меди, чисто зеленый цвет.

В настоящее время существует две стандартизованные методики определения хрома в модельных средах: атомно-абсорбционным и фотоколориметрическими методами.

Перспективным для указанных целей является метод инверсионной вольтамперометрии, интерес к которому в последнее время возрос. Это связано, прежде всего, с возможностью создания экспрессных, доступных, простых в исполнении высокочувствительных методик, не требующих дорогостоящего оборудования и дефицитных реактивов.

Цель наших исследований – разработка методики определения хрома в модельных средах. Для этого необходимо: определить оптимальные условия проведения анализа, подготовки индикаторного электрода и проб.

С целью определения хрома готовили модельные среды: 40-ный раствор спирта и 4-ный раствор уксусной кислоты. Модельные растворы наливали в стеклянную, окрашенную хромом посуду, и выдерживали при температуре 20 ± 5 °C в течение 24 ± 10 мин.

Исследования проводили на анализаторе вольтамперометрическом марки АВА-2. В качестве электрода сравнения использовали насыщенный хлорид серебряный полуэлемент, вспомогательного – платиновую проволоку. Индикаторным служил С/Ag-электрод, который был получен путем катодного осаждения серебра на углесталловой подложке. Осаждение серебра проводили из водного раствора электролита, содержащего 0,1 М HNO_3 + 0,1 М AgNO_3 . Металл электрохимически осаждали в течение 300 с при потенциале минус 550 мВ. Перед осаждением серебра для подготовки поверхности углесталловый электрод анодно поляризовали при потенциале плюс 500 мВ в 0,1 М растворе HNO_3 в течение 500 с. Геометрическая площадь поверхности индикаторного электрода составляла $0,13 \text{ см}^2$.

При анодном окислении С/Ag-электрода образующиеся ионы Ag^+ в присутствии хромат-ионов накапливаются на поверхности индикаторного электрода в виде трудно растворимой соли Ag_2CrO_4 . Регистрация катодной вольтамперной кривой восстановления ионов металла из трудно растворимого соединения позволяет определить концентрацию хрома (VI) в растворе [2].

Накопление определяемого компонента проводили при потенциале +185 мВ в течение 60 с. В качестве фонового электролита использовали водный раствор 0,4 М HNO_3 . Регенерацию электрода про-

водили при потенциале -350 мВ в течение 20 с. Скорость развертки (ω , мВ/с) составила 600 мВ/с.

В модельных средах (пробах) хром находится, в основном, в трехвалентном состоянии. Поэтому необходимо провести дополнительную подготовку пробы, в ходе которой Cr^{3+} необходимо окислить до Cr^{6+} . С этой целью 100 мл пробы кипятили в течение 25–30 мин с добавлением персульфата аммония до получения мокрого осадка. После окисления каждую пробу растворяли в 20 мл 0,4 М раствора HNO_3 . Затем проводили анализ полученных растворов, принимая за результат среднее арифметическое трех измерений.

С использованием разработанной методики были проведены определения выделившегося хрома в модельные среды из окрашенной в зеленый цвет пивной бутылки. Как показали исследования, концентрация хрома в спиртовом уксуснокислом растворе составляет 0,078 и 0,095 мг/л соответственно, что не превышает ДКМ (0,1 мг/л). Близкие результаты (0,070 и 0,098 мг/л) были получены с использованием стандартизованной методики фотокалориметрического определения.

Таким образом, результаты исследований показывают, что разработанная методика может быть использована для определения хрома в различных вытяжках из стеклянной и других видов тары.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гуляян Ю.А., Шеломенцева В.Ф. Исследование физико-химических явлений при оценке химической коррозии стекла // Стекло и керамика. 2000. № 8. С.18 – 21.

2. Выдра Ф., Штулик К., Юлакова Э. Инверсионная вольтамперометрия. М.: Мир, 1980. 278 с.

УДК 621.1:628.26+536.24

В.Б. Кунтыш, проф., д-р техн. наук;

О.В. Петрович, канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Неотъемлемой частью подавляющего большинства установок и технологических линий для производства строительных материалов и изделий, являются тепловые процессы. Достаточно указать на обжиговые печи, туннельные сушилки для кирпича, барабанные сушилки и сушилки кипящего слоя [1] для песка, пневмосушилки, туннельные