

ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ХОЗЯЙСТВЕННОМ МЫЛЕ

VOLTAMMETRIC DETERMINATION OF HEAVY METALS IN THE LAUNDRY SOAP

Н.П. Матвейко*, В.В. Садовский

Белорусский государственный экономический университет

УДК 543.253

М.Р. Matveika*, V.V. Sadovski

Belarus State Economic University

РЕФЕРАТ

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ, СОДЕРЖАНИЕ, ТВЕРДОЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЕ МЫЛО, ИНВЕРСИОННАЯ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЯ

Методом инверсионной вольтамперометрии определено содержание **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu** и **Hg** в образцах восьми наименований твердого хозяйственного мыла.

Установлено, что в изученных образцах хозяйственного мыла больше всего содержится **Zn** (68–95 мг/кг) и меньше всего – **Cd** (0,02–0,10 мг/кг). Содержание **Pb** в 18–50 раз меньше содержания **Zn**. Содержание **Hg** в образцах хозяйственного мыла составляет от 0,12 до 4,93 мг/кг.

ABSTRACT

HEAVY METALS, CONTENT, LIQUID LAUNDRY SOAP, STRIPPING VOLTAMMETRY

The content of **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu** and **Hg** in samples of 8 firm liquid laundry soap was determined by the stripping voltametry method.

It was established that in the studied samples of laundry soap the content of **Zn** is the most (68–95 mg/kg), and the content of **Cd** is the least (0,02–0,10 mg/kg). The content of **Pb** is 18–50 times less than the **Zn** content. The content of **Hg** in the laundry soap samples ranges from 0,12 to 4,93 mg/kg.

Согласно ГОСТ 30266 хозяйственное мыло применимо для санитарно-гигиенических целей и стирки изделий из всех типов ткани [1]. В зависимости от содержания жирных кислот хозяйственное мыло подразделяется на три категории: I категория должна иметь не менее 70,5 % жирных кислот, II категория – 69,0 %, III – 64,0 % [1]. При этом, чем больше содержание жирных кислот, тем лучше мыло будет справляться с грязью и микробами.

Хозяйственное мыло достаточно широко применяется в качестве моющих средств. Например, в 2009 году в России объем потребления хозяйственного мыла составил 57,5 тыс. тонн или на одного человека – 0,4 кг [2]. Следует отметить, что в этом же году в России произведено 103,

5 тыс. тонн хозяйственного мыла, из которых 52 тыс. тонн было экспортировано [2].

В Республике Беларусь хозяйственное мыло, также, как и туалетное мыло, подлежит обязательному подтверждению соответствия требованиям технических нормативных правовых актов (ТНПА) [1, 3]. Согласно этим документам в твердом хозяйственном мыле нормируются такие физико-химические показатели, как качественное число, массовая доля свободной едкой щелочи, массовая доля свободной углекислой соды, температура застывания жирных кислот, выделенных из мыла, массовая доля неомыляемых органических веществ и неомыленного жира, первоначальный объем пены. Что касается токсичных элементов и тяжелых металлов,

* E-mail: matveiko_np@mail.ru (М.Р. Matveika)

то они в твердом хозяйственном мыле не нормируются. Вместе с тем выполненные нами исследования свидетельствуют о том, что во всех образцах твердого и жидкого туалетного мыла, которые были изучены, содержатся такие тяжелые металлы, как **Zn, Pb, Cu, Hg**, а в некоторых образцах твердого туалетного мыла обнаружен в незначительных количествах и **Cd** [4, 5]. Не составляет труда предположить, что эти тяжелые металлы могут присутствовать также и в твердом хозяйственном мыле. Очевидно, что сточные воды, образующиеся в результате широкого использования хозяйственного мыла, вследствие содержания в них тяжелых металлов, попадая в окружающую среду, будут оказывать на нее негативное влияние. В этой связи представляло интерес изучить содержание тяжелых металлов (**Zn, Cd, Pb, Cu** и **Hg**) в образцах хозяйственного мыла, реализуемого торговыми организациями г. Минска.

Цель работы – методом инверсионной вольтамперометрии определить содержание **Zn, Cd, Pb, Cu** и **Hg** в образцах твердого хозяйственного мыла.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Все растворы для проведения исследований готовили из реактивов марки «ХЧ» на бидистилляте (дважды перегнанной дистиллированной воде).

Значения электродных потенциалов в тексте и рисунках приведены по отношению к хлорсеребряному электроду сравнения в 1М растворе хлорида калия.

Объектами исследования были восемь образцов твердого хозяйственного мыла различных производителей, представленные в торговых организациях г. Минска. Важнейшие сведения об изученных образцах мыла и основные ингредиенты их состава, установленные по информации на упаковке мыла, приведены в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что состав изученных образцов хозяйственного мыла мало отличается друг от друга. Все образцы мыла содержат натриевые соли жирных кислот растительных масел, а также натриевые соли других видов жиров. Практически во всех образцах мыла присутствуют гидроксид и хлорид натрия. В пяти образцах мыла (№№ 3, 4, 6, 7, 8) содержится оксид титана (IV). В трех образцах мыла (№№ 5, 6, 7)

содержится глицерин. Следует отметить, что наибольшая численность ингредиентов наблюдается в образце мыла № 6 «Блестер», содержащем энзимы, которое рекомендуется для стирки и удаления пятен, а наименьшее – в образце мыла № 5 «Хуторское», натуральное.

Подготовку проб твердого хозяйственного мыла проводили в программируемой двухкамерной печи марки ПДП – 18 М, применяя ту же методику, что и при изучении твердого и жидкого туалетного мыла [4–6]. Для этого навеску образца хозяйственного мыла массой 0,2 г помещали в кварцевый стакан объемом 10 см³, добавляли 3,0 см³ 10 % спиртового раствора **Mg(NO₃)₂**. После растворения мыла проводили выпаривание раствора в течение 80 минут, повышая температуру от 100⁰ до 300⁰ С. Образовавшийся осадок обугливали при температуре 350⁰ С в течение 30 минут. После этого пробы озоляли при температуре 470⁰ С в течение 30 минут. Охлажденную до комнатной температуры золу всех проб растворяли в смеси 2,0 см³ концентрированной азотной кислоты и по 0,5 см³ 30 %-ного раствора пероксида водорода. Образовавшийся раствор выпаривали в течение 70 минут, повышая его температуру от 150⁰ до 350⁰ С. Затем повторно проводили озоление при температуре 470⁰ С в течение 180 минут. Операции растворения золы в смеси 2,0 см³ азотной кислоты и 0,5 см³ 30 %-ного раствора пероксида водорода, выпаривания и последующего озоления при температуре 470⁰ С повторяли до получения однородной золы белого цвета. После этого золу растворяли в 1,0 см³ концентрированной хлороводородной кислоты. Раствор выпаривали при температуре 150⁰ С до получения влажного осадка. Осадок растворяли в 10 см³ бидистиллята и индикаторной бумагой определяли рН раствора. Если рН составляло 3 и более единиц, то проводили анализ, если рН было меньше 3, повторяли выпаривание и растворение осадка в 10 см³ бидистиллята.

После подготовки проб для анализа отбирали аликвоту каждой из них объемом 0,2 см³, помещали в кварцевую электрохимическую ячейку, добавляли фоновый электролит, доведя объем раствора до 10 см³. Определение цинка, кадмия, свинца и меди выполняли на фоне водного раствора муравьиной кислоты, концентрацией

Таблица 1 – Сведения об образцах хозяйственного мыла, представленные на упаковке, и основные ингредиенты, входящие в их состав

№ образца мыла	Сведения об образцах мыла	Основные ингредиенты мыла
1	Хозяйственное мыло, 72%. ГОСТ 30286. Торговая сеть Республика Казахстан	Натриевые соли жирных кислот растительных масел, продуктов переработки растительных масел, технических животных жиров, NaOH, NaCl – менее 5%
2	Хозяйственное мыло, 65%. ГОСТ 30266. Гомельский жировой комбинат. Республика Беларусь	Натриевые соли жирных кислот растительных масел, продуктов переработки растительных масел, технических животных жиров, NaOH, NaCl – менее 5%
3	«Хозяюшка», заботливая мама, 65%. Для стирки детского белья. ТУ ВУ. Гомельский жировой комбинат. Республика Беларусь	Натриевые соли жирных кислот растительных масел, пищевых технических и животных жиров, пластификатор, TiO₂, NaOH, NaCl – менее 5%
4	«Блестер», для стирки белого белья, 72%. ГОСТ 30266. Гомельский жировой комбинат. Республика Беларусь	Натриевые соли жирных кислот растительных масел, пищевых животных жиров, антал П-2, оптический отбеливатель, TiO, NaOH, NaCl
5	«Хуторское», натуральное, 65%. ГОСТ 28546. Иностранное частное предприятие. Несвиж. Республика Беларусь	Натриевые соли жирных кислот натуральных жиров и масел, глицерин
6	«Блестер», с энзимами, для стирки и удаления пятен, 72%. ГОСТ 30266. Гомельский жировой комбинат. Республика Беларусь	Натриевые соли жирных кислот растительных масел, пищевых животных жиров, глицерин, тетраборат натрия, лимонная кислота, энзимы, антал П-2, оптический отбеливатель, TiO₂, NaOH, NaCl
7	«Helen», отбеливающее, для стирки в жесткой воде, 72%. ГОСТ 30266. Иностранное частное предприятие. Несвиж. Республика Беларусь	Натриевые соли жирных кислот натуральных жиров и масел, глицерин, TiO₂ , трилон Б, антал П-2, оптический отбеливатель
8	Хозяйственное мыло, 72%. ГОСТ 30286. Гомельский жировой комбинат. Республика Беларусь	Натриевые соли жирных кислот растительных масел, продуктов переработки растительных масел, технических животных жиров, TiO₂, NaOH, NaCl – менее 5%

0,35 моль/дм³. Фоновым электролитом при анализе проб на содержание ртути служил водный раствор, содержащий 0,0175 моль/дм³ серной кислоты и 0,002 моль/дм³ хлорида калия.

Содержание тяжелых металлов в пробах образцов хозяйственного мыла изучали методом инверсионной вольтамперометрии, применяя вольтамперометрический анализатор марки

ТА-4. Определение **Zn, Cd, Pb** и **Cu** выполняли на индикаторном электроде из амальгамированной серебряной проволоки. Ртуть определяли, применяя индикаторный электрод из модифицированного золотом сплава золота 583 пробы. Электродом сравнения и вспомогательным электродом, как при определении **Zn, Cd, Pb** и **Cu**, так и при определении **Hg** служил

хлорсеребряный электрод в 1 М растворе хлорида калия.

Содержание **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu** и **Hg** в образцах хозяйственного мыла изучали, применяя метод добавок стандартных растворов, содержащих по 2 мг/дм³ **Cd**, **Pb**, **Cu** и **Hg** и 3 мг/дм³ **Zn**. Растворы готовили на основе государственных стандартных образцов (ГСО) и бидистиллята. Расчет содержания тяжелых металлов в пробах образцов хозяйственного мыла выполняли по разности вольтамперных кривых пробы и фона, а также пробы с добавкой стандартного раствора и фона с помощью специализированной компьютерной программы «VALabTx».

Каждую пробу на содержание **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu** и **Hg** анализировали не менее 4 раз.

Результаты обрабатывали методом математической статистики, при этом рассчитывали относительные стандартные отклонения (*Sr*) и интервальные значения ($\pm\Delta x$) содержания **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu** и **Hg** в хозяйственном мыле с доверительной вероятностью 95% [7].

С целью выбора условий проведения анализа нами выполнена серия предварительных исследований. Установлено, что определение **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu** необходимо проводить в следующих условиях. Перед регистрацией вольтамперных кривых выполнить электрохимическую очистку индикаторного электрода в течение 30 с попеременной анодной и катодной поляризацией при потенциале +100 и –1200 мВ соответственно. Затем в течение 20 с при потенциале –1350 мВ и перемешивании раствора концентрировать **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu** на поверхности амальгамированного серебряного электрода. По окончании накопления металлов перемешивание прекратить и дать раствору успокоиться при потенциале индикаторного электрода –1130 мВ в течение 20 с. После этого выполнить регистрацию вольтамперной кривой при линейной развертке потенциала со скоростью 80 мВ/с в интервале потенциалов от –1130 до +100 мВ.

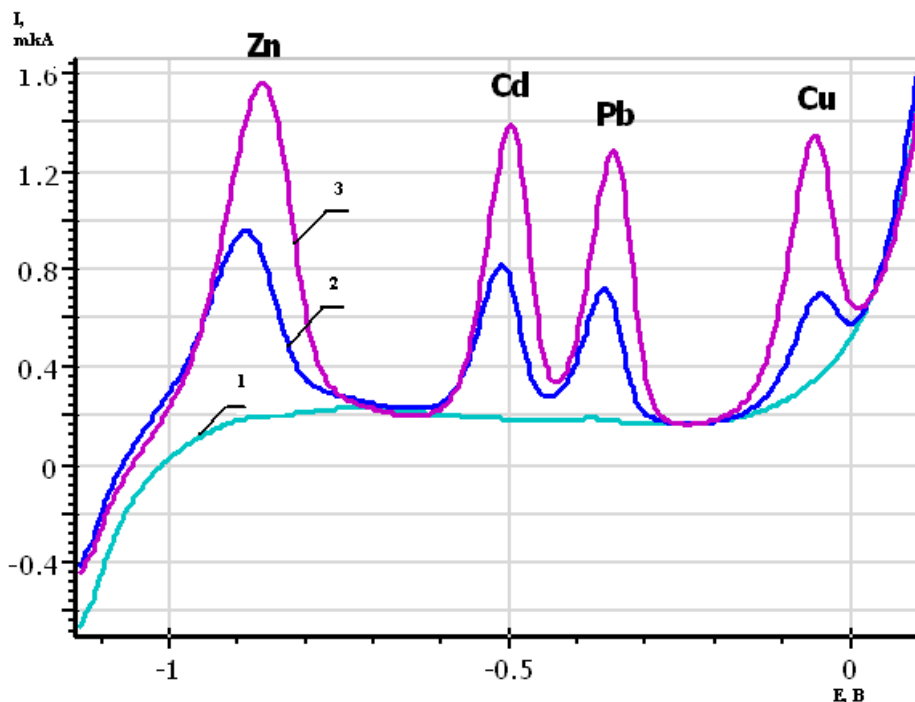
На рисунке 1 представлены анодные вольтамперные кривые, полученные в выбранных условиях при анализе раствора, содержащего 0,35 моль/дм³ муравьиной кислоты, 15 мкг/л **Zn** и по 10 мкг/л **Cd**, **Pb** и **Cu**. Видно, что на вольтамперной кривой № 1 пики тока отсутствуют, что свидетельствует об отсутствии в фоновом

электролите (0,35 М в растворе муравьиной кислоты) **Zn**, **Cd**, **Pb**, **Cu**. На вольтамперной кривой раствора, содержащего 15 мкг/дм³ **Zn** и по 10 мкг/дм³ **Cd**, **Pb**, **Cu** (кривая 2), наблюдаются четыре четко выраженные максимумы тока окисления при потенциалах (мВ): –875; –515; –445 и –37. Эти максимумы тока свидетельствуют о присутствии в растворе **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu**. После введения в раствор стандартного раствора, содержащего указанные металлы, максимумы тока окисления примерно в два раза возрастают (кривая 3), что связано с возрастанием концентрации металлов в растворе. Расчет показал, что экспериментально найденные количества **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu** составляют (мкг/дм³): 15, 8; 9,7; 9,8; 9,6 соответственно. Отсюда следует, что относительная погрешность определения **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu** с применением выбранных условий анализа не превышает (%): 5,3; 3; 2 и 4 соответственно.

Исследования растворов с известной концентрацией **Hg** методом «введено–найденно» позволили определить оптимальные условия анализа хозяйственного мыла на содержание **Hg** инверсионной вольтамперометрией с применением индикаторного электрода из модифицированного золотом сплава золота 583 пробы на фоне водного раствора, содержащего 0,0175 моль/дм³ серной кислоты и 0,002 моль/дм³ хлорида калия. Оказалось, что анализ целесообразно проводить при следующих условиях. Электрохимическую очистку индикаторного электрода при потенциале +650 мВ в течение 15 с. Накопление ртути при потенциале –600 мВ в течение 150 с. Успокоение раствора при потенциале +350 мВ в течение 25 с. Регистрацию вольтамперной кривой при скорости изменения потенциала 5 мВ/с от +345 мВ до +600 мВ.

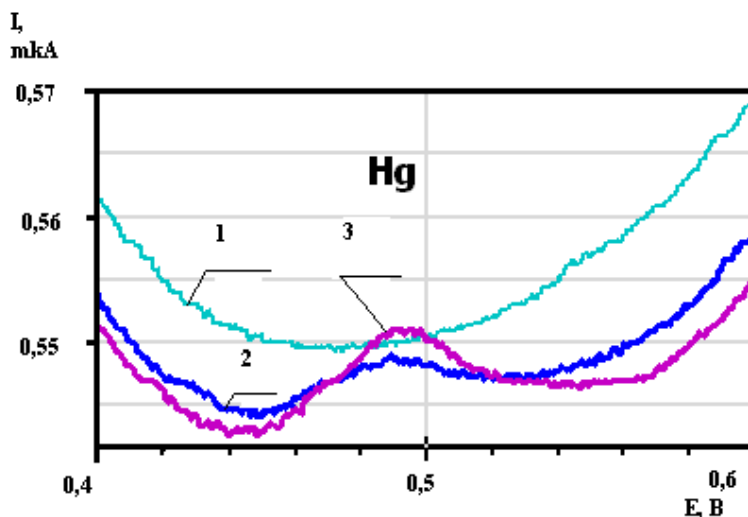
На рисунке 2 представлены анодные вольтамперные кривые, зарегистрированные с применением выбранных условий при анализе стандартного раствора, содержащего 1 мкг/дм³ **Hg**.

Видно, что на вольтамперной кривой, зарегистрированной в фоновом электролите (кривая 1), отсутствуют максимумы тока, что указывает на чистоту фонового электролита – отсутствие в нем **Hg**. На вольтамперной кривой индикаторного электрода в растворе, содержащем 1 мкг/дм³ **Hg** (кривая 2), при потенциале +490 мВ наблюдается



1 – фонового электролита (0,35 М водный раствор муравьиной кислоты); 2 – раствора, содержащего 15 мкг/дм³ **Zn** и по 10 мкг/дм³ **Cd**, **Pb**, **Cu**; 3 – раствора, содержащего 15 мкг/дм³ **Zn** и по 10 мкг/дм³ **Cd**, **Pb**, **Cu** с добавкой 0,05 см³ стандартного раствора, содержащего по 2 мг/дм³ **Cd**, **Pb**, **Cu** и 3 мг/дм³ **Zn**. Объем растворов в электрохимической ячейке при регистрации вольтамперных кривых составлял 10 см³

Рисунок 1 – Анодные вольтамперные кривые



1 – фонового электролита (водный раствор 0,0175 моль/дм³ серной кислоты + 0,002 моль/дм³ хлорида калия); 2 – раствора, содержащего 1 мкг/л **Hg**; 3 – раствора, содержащего 1 мкг/дм³ **Hg** с добавкой 0,005 см³ стандартного раствора, содержащего 2 мг/дм³ **Hg**. Объем растворов в электрохимической ячейке при регистрации вольтамперных кривых составлял 10 см³

Рисунок 2 – Анодные вольтамперные кривые

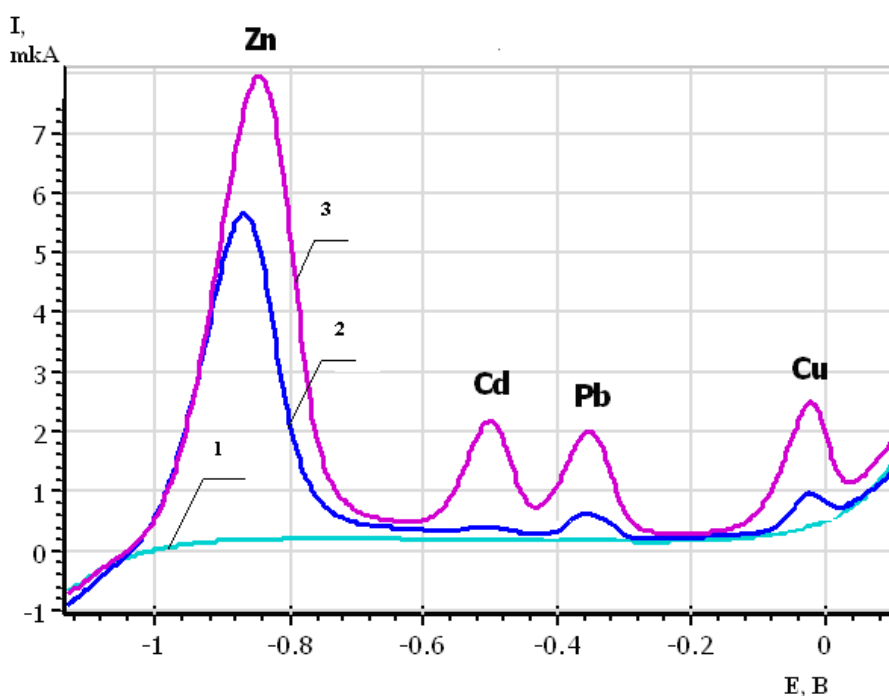
максимум тока окисления **Hg**, который возрастает при введении в электрохимическую ячейку стандартного раствора с 1 мкг/дм^3 **Hg** (кривая 3). По результатам исследований стандартного раствора **Hg** установлено, что экспериментально найденное содержание **Hg** составляет $0,98 \text{ мкг/дм}^3$. Это значит, что относительная погрешность определения **Hg** с применением выбранных условий анализа не превышает 2 %.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На рисунках 3 и 4 приведены примеры вольтамперных кривых, зарегистрированные при определении **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu** в пробе образца хозяйственного мыла № 3 и **Hg** в пробе образца хозяйственного мыла № 4 соответственно. Из рисунка 3 видно, что на вольтамперной кривой фонового электролита (кривая 1) отсутствуют максимумы тока, обусловленные анодным окислением каких-либо веществ. Это свидетельствует о чистоте фонового электролита – отсутствии в нем, прежде всего **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu**. На вольтамперной кривой раствора пробы

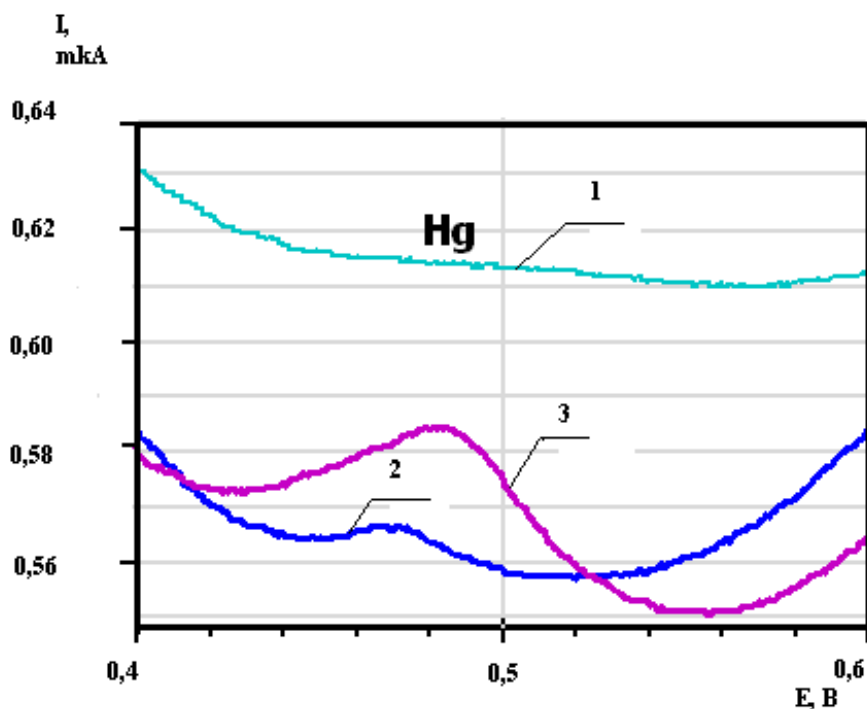
хозяйственного мыла № 3 (кривая 2) при потенциале -500 мВ имеется небольшой максимум тока окисления, связанный с анодным растворением **Cd**, и три достаточно хорошо выраженные максимумы тока окисления при потенциалах (мВ): -880 ; -340 ; 20 , которые обусловлены анодным растворением **Zn**, **Pb** и **Cu** соответственно. Введение в исследуемый раствор добавки стандартного раствора, содержащего **Zn**, **Cd**, **Pb** и **Cu**, приводит к увеличению максимумов тока окисления (кривая 3).

Анализ данных, представленных на рисунке 4, показывает, что водный раствор фонового электролита не содержит ртути – на вольтамперной кривой отсутствуют какие-либо пики (кривая 1). На вольтамперной кривой, полученной в растворе пробы образца мыла № 4, имеется максимум тока при потенциале 470 мВ , который указывает на анодное окисление накопленной на индикаторном электроде ртути (кривая 2). Введение в раствор пробы мыла № 4 добавки стандартного раствора ртути приводит к возрастанию макси-



1 – фонового электролита ($0,35 \text{ М}$ водный раствор муравьиной кислоты); 2 – пробы образца хозяйственного мыла № 3; 3 – пробы образца хозяйственного мыла № 3 с добавкой $0,05 \text{ см}^3$ стандартного раствора, содержащего по 2 мг/дм^3 **Cd**, **Pb**, **Cu** и 3 мг/дм^3 **Zn**.

Рисунок 3 – Анодные вольтамперные кривые



1 – фонового электролита ($0,0175$ моль/дм³ H_2SO_4 + $0,002$ моль/дм³ KCl); 2 – пробы образца хозяйственного мыла № 4; 3 – пробы образца хозяйственного мыла № 4 с добавкой $0,01$ см³ стандартного раствора, содержащего 2 мг/дм³ Hg

Рисунок 4 – Анодные вольтамперные кривые

мума тока (кривая 3), что обусловлено увеличением массы накопленной на индикаторном электроде ртути из-за более высокой ее концентрации в растворе.

Схожий характер анодных вольтамперных кривых наблюдается при исследовании содержания Zn , Cd , Pb , Cu и Hg во всех других изученных образцах хозяйственного мыла.

На основании выполненных исследований по разности вольтамперных кривых пробы и фона, пробы с добавкой стандартного раствора и фона с помощью специализированной компьютерной программы «VALabTx» рассчитано содержание каждого металла во всех изученных образцах хозяйственного мыла. В таблице 2 представлены интервальные значения содержания Zn , Cd , Pb , Cu и Hg и относительные стандартные отклонения полученных результатов.

Из таблицы видно, что Zn , Cd , Pb , Cu и Hg содержатся во всех изученных образцах хозяйственного мыла. Как и в случае изученных ранее образцах твердого туалетного мыла [4, 5],

в образцах хозяйственного мыла больше всего содержится Zn . При этом содержание этого металла для разных образцов незначительно отличается друг от друга и колеблется от 76 мг/кг (образец № 7) до 95 мг/кг (образец № 4 и № 6). Меньше всего в образцах хозяйственного мыла содержится Cd – изменяется от $0,02$ мг/кг для образца № 8 до $0,10$ мг/кг для образца № 5. Содержание Cu в образцах хозяйственного мыла также невелико, хотя и в 5 – 38 раз больше чем Cd . Несколько больше, чем Cd и Cu содержится в образцах хозяйственного мыла Pb . В образцах мыла №№ 1, 8 этот металл содержится в наибольшей массе – $3,8$ мг/кг. Наименьшая масса Pb содержится в образце № 4 ($1,9$ мг/кг).

Относительно содержания Hg , можно отметить следующее. Колебания массы Hg от образца к образцу хозяйственного мыла наиболее значительны по сравнению с другими металлами. Так, наибольшее содержание Hg составляет $4,93$ мг/кг (образец № 4), а наименьшее – $0,12$ мг/кг (образец № 3), то есть отличается более

Таблица 2 – Содержание Zn, Cd, Pb, Cu и Hg в образцах хозяйственного мыла (мг на 1 кг)

№ образца мыла	Содержание металла, мг/кг									
	Zn	S _r , %	Cd	S _r , %	Pb	S _r , %	Cu	S _r , %	Hg	S _r , %
1	89±1	0,8	0,08±0,005	4,5	3,8±0,10	1,9	0,77±0,03	2,8	0,49±0,02	2,9
2	93±2	1,5	0,07±0,004	4,1	3,3±0,09	2,0	0,52±0,02	2,8	2,35±0,09	2,8
3	83±1	0,9	0,09±0,005	4,0	3,0±0,07	1,7	0,60±0,02	2,9	0,12±0,01	5,9
4	95±2	1,5	0,06±0,004	4,8	1,9±0,05	1,9	0,73±0,03	2,9	4,93±0,11	1,6
5	68±1	1,1	0,10±0,006	4,3	2,1±0,06	2,1	0,52±0,02	2,8	2,10±0,09	3,1
6	95±2	1,5	0,04±0,002	3,6	2,7±0,06	1,6	0,70±0,03	3,1	0,28±0,01	2,6
7	76±1	0,9	0,04±0,002	3,6	3,0±0,08	1,9	0,62±0,02	2,3	0,23±0,01	3,1
8	87±1	0,8	0,02±0,001	3,6	3,8±0,09	1,7	0,46±0,02	3,1	0,73±0,03	3,0

чем в 40 раз. Следует отметить, что, применяя метод атомной флуоресцентной спектрометрии в работе [8], ртуть обнаружили во всех изученных образцах мыла. Одной из причин наличия в мыле ртути может быть использование при получении мыла технической щелочи, производство которой осуществляют электролитическим методом на ртутных катодах. Именно поэтому в щелочи обязательно нормируется содержание этого металла [9].

Если сопоставить экспериментально установленное содержание тяжелых металлов в образцах хозяйственного мыла с регламентируемыми ТНПА [10] допустимыми нормами для туалетного мыла (в хозяйственном мыле содержание тяжелых металлов не нормируется), то можно отметить следующее. Содержание **Pb** для всех изученных образцов мыла не превышает норму, в то время как содержание **Hg** для образцов мыла № 2 и № 5 превышает норму в 2 с лишним раза,

а для образца № 4 почти в 5 раз.

ВЫВОДЫ

1. В изученных образцах хозяйственного мыла больше всего содержится цинка (68–95 мг/кг) и меньше всего – кадмия (0,02–0,10 мг/кг).

2. Содержание свинца в изученных образцах хозяйственного мыла в 18–50 раз меньше содержания цинка и не превышает норму, регламентируемую для туалетного мыла [8].

3. Экспериментально установлено наибольшее содержание ртути в образце № 4 (4,93 мг/кг), а наименьше – в образце № 3 (0,12 мг/кг).

4. В образцах хозяйственного мыла №№ 2, 4, 5 содержание ртути в 2–5 раз превышает требование, регламентируемое ТНПА для туалетного мыла [8].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мыло хозяйственное твердое. Общие технические условия, ГОСТ 30266–95, Введ. 26.04.1995, Минск, Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2007, 15 с.
2. Российский рынок твердого мыла, Москва, 2010, 26 с.
3. Технический регламент на масложировую продукцию: ТР ТС 024/2011. Утвержден решением Комиссии таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 883, 37 с.
4. Матвейко, Н.П., Брайкова, А.М., Садовский В.В. (2015), Определение тяжелых металлов в туалетном мыле инверсионной вольтамперометрией, *Национальная ассоциация ученых (НАУ). Ежемесячный научный журнал*, № 9 (14), Часть 4, С. 58-61.
5. Матвейко, Н.П., Брайкова, А.М., Садовский В.В. (2015), Содержание тяжелых металлов в твердом туалетном мыле, *Вестник Витебского государственного технологического университета*, № 29, 2015, С. 101-107.
6. Носкова, Г.Н., Заичко, А.В., Иванова, Е.Е. (2007), *Минерализация пищевых продуктов*, Томск, Издательство ТПУ, 30 с.
7. Характеристики погрешности результатов количественного химического анализа. Алгоритмы оценивания, МИ 2336-95, Введ. 09.12.1997, Екатеринбург, 1995, 45 с.
8. Oyelakin O., Saidy Khan, J., Secka, P. Assessment of the Level of Mercury Present in Soaps by the Use of Cold Vapour Atomic Fluorescence Spectrometric Analysis – A Gambian Case Study, *Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management*, Vol. 3, 2010, PP. 8-12.
9. *Напр едкий технический. Технические условия*,

REFERENCES

1. *Mylo khozyaistvennoe tverdoe. Obshchie tekhnicheskie usloviya* [Solid laundry soap. General specifications], State standard (GOST) 30266-95, Ent. 04.26.1995, Minsk, Interstate council for standardization, metrology and certification, 2007, 15 p.
2. *Rossiiskii ryok tverdogo myla* [Russian market of solid soap], Moscow, 26 p.
3. *Tekhnicheskii reglament na maslozhirovuyu produkciyu* [Technical regulations on fat-and-oil products], Technical Regulations of the Customs Union (TR TS) 024/2011 TR No. 883, App. 9.12.2011, 37 p.
4. Matveika, M.P., Braikova, A.M., Sadovski, V.V. (2015), Determination of heavy metals in the toilet soap stripping voltammetry [Opredelenie tyazhelykh metallov v tualetnom myle inverzionnoi vol'tamperometrii], *Natsional'naya assotsiatsiya uchenykh (NAU). Ezhemesyachnyi nauchnyi zhurnal – National associative-sociation scientists (NAU). The monthly scientific Journal*, 2015, № 9 (14), Part 4, pp. 58-61.
5. Matveika, M.P., Braikova, A.M., Sadovski, V.V. (2015), Content of heavy metals in a firm toilet soap [Soderzhanie tyazhelykh metallov v tverdom tualetnom myle], *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta – The Bulletin of the Vitebsk state technological university*, Iss. 29, PP. 101-107.
6. Noskova, G.N., Zaichko, A.V., Ivanova, E.E. (2007), *Mineralizatsiya pishchevykh produktov* [Mineralization foods. Mineralization of foodstuff], Tomsk, Publishing house TPU, 30 p.
7. *Kharakteristiki pogreshnosti rezul'tatov kolichestvennogo khimicheskogo analiza. Algoritmy otsenivaniya* [Characteristics of error in the results of quantitative chemical analysis. Estimation algorithms], MI 2336-95, Ent.

- ГОСТ 2263-79, Введ. 01.01.1981, Москва, Издательство стандартов, 2011, 19 с.
10. *О безопасности парфюмерно-косметической продукции*: ТР ТС 009/2011. Утвержден решением Комиссии таможенного союза от 23.09.11, № 799, 255 с.
- 09.12.1997, Ekaterinburg, 45 p.
8. Oyelakin, O., Saidykhan, J., Secka, P., and other (2010), Assessment of the Level of Mercury Present in Soaps by the Use of Cold Vapour Atomic Fluorescence Spectrometric Analysis – A Gambian Case Study, *Ethiopian Journal of Environmental Studies and Management*, Vol. 3, No. 1, PP. 8-12.
9. *Natr edkii tekhnicheskii. Tekhnicheskie usloviya* [Sodium caustic technical. Specifications], State standard (GOST) 2263-79, Ent. 01.01.1981, Moscow, IPK Standards Publishing House, 2001, 19 p.
10. *О безопасности парфюмерно-косметической продукции* [About safety of perfumery and cosmetic production], Technical Regulations of the Customs Union (TR TS) 009/2011, No. 799. App. 23.09. 2011, 255 p.

Статья поступила в редакцию 25. 03. 2016 г.