

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

M.P. Matveiko*, 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 (M.P. Matveiko)

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 100° до 300°С. Образовавшийся осадок обугливали при температуре 350°С в течение 30 минут. После этого пробы озоляли при температуре 470°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 150° до 350°С. Затем повторно проводили озонирование при температуре 470°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 озонирования при температуре 470°С повторяли до получения однородной золы белого цвета. После этого золу растворяли в 1,0 см³ концентрированной хлороводородной кислоты. Раствор выпаривали при температуре 150°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, доводя 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.

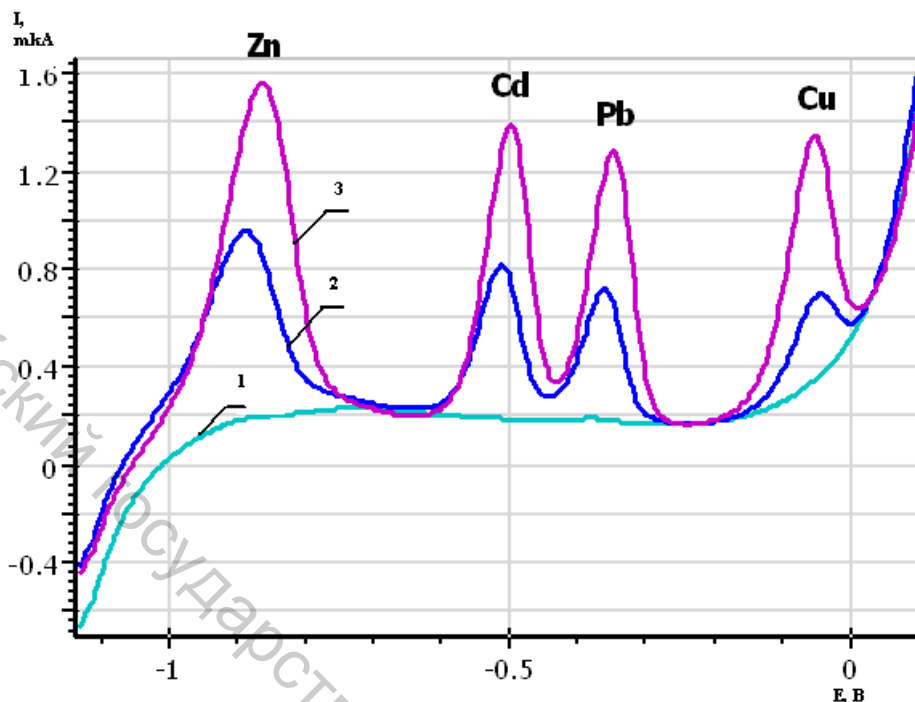
На рисунке 1 представлены анодные вольтамперные кривые, полученные в выбранных условиях при анализе раствора, содержащего 0,35 моль/дм³ муравьиной кислоты, 15 мкг/л **Zn** и по 10 мкг/л **Cd**, **Pb** и **Cu**. Видно, что на вольтамперной кривой № 1 пики тока отсутствуют, что свидетельствует об отсутствии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

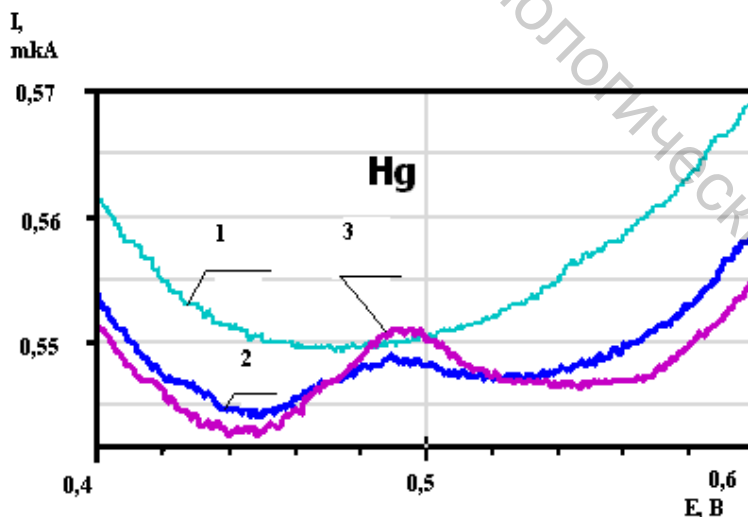
На рисунке 2 представлены анодные вольтамперные кривые, зарегистрированные с применением выбранных условий при анализе стандартного раствора, содержащего 1 мкг/дм³ **Hg**.

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

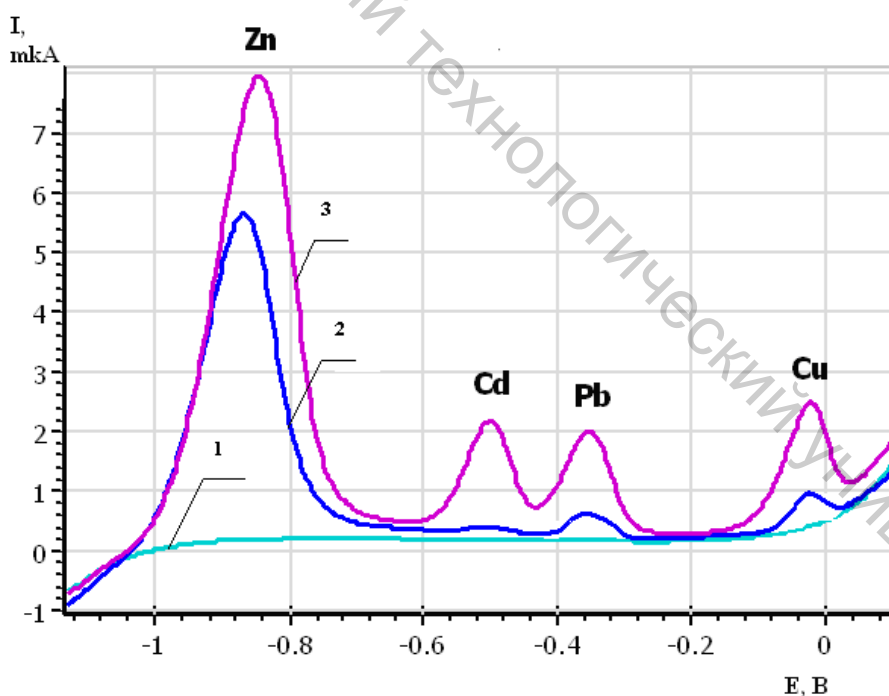
максимум тока окисления **Hg**, который возрастает при введении в электрохимическую ячейку стандартного раствора с 1 мкг/дм^3 **Hg** (кривая 3). По результатам исследований стандартного раствора **Hg** установлено, что экспериментально найденное содержание **Hg** составляет $0,98 \text{ мкг/дм}^3$. Это 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

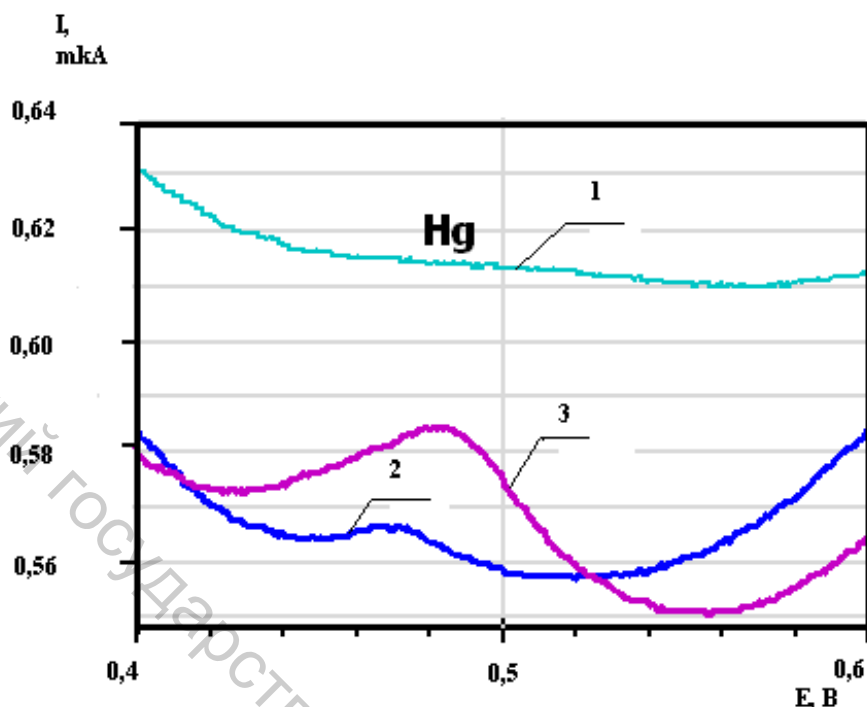
хозяйственного мыла № 3 (кривая 2) при потенциале -500 мВ имеется небольшой максимум тока окисления, связанный с анодным растворением **Cd**, и три достаточно хорошо выраженные максимумы тока окисления при потенциалах (мВ): -880 ; -340 ; 20 , которые обусловлены анодным растворением **Zn**, **Pb** и **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.