

няно з іншими методами, тому ми пропонуємо переробляти відходи очищення стічних вод для використання їх в якості біодобрива.

За результатами фізико-хімічних досліджень встановлено, що всі показники відповідають нормативним значенням вмісту амонію, нітратів, нітритів, фосфатів, хлоридів і сульфатів у ґрунті, що дозволяє застосовувати зброджений осад в якості біодобрива, оскільки всі ці компоненти є мінеральними елементами живлення рослин.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Алексеев Л.С. Контроль качества воды / Алексеев Л.С. – М.: ИНФРА-М, 2004. – 159с.
2. Вронский В.А. Экология: словарь-справочник / Вронский В.А. – Изд. 2-е. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2002. – 576с.
3. Голубовская Э.К. Биологические основы очистки воды / Голубовская Э.К. – М.: Высшая школа, 1978. – 268с.
4. Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения: СанПин 2.1.7.573-96. – М.: Минздрав России, 1997. – 57с.
5. Канунникова Т.В. Агроэкологическое использование осадков сточных вод в качестве удобрения в Центральном Черноземье: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. с.-х. наук: спец. 11.01.01. – Курск, 2000. – 21с.
6. Резников А.А. Методы анализа природных вод / Резников А.А. – Изд. 2-е. – М.: Госгеолтехиздат, 1963. – 149с.

*Надійшла до редколегії 08.12.2017.*

УДК 669.054

ПРОЦЕНКО А.В., к.х.н., доцент  
ГУЛЯЕВ В.М., д.т.н., профессор  
АНАЦКИЙ А.С., к.т.н., доцент  
ДМИТРИКОВ В.П.\*, д.т.н., профессор

Днепропетровский государственный технический университет, г. Каменское  
\*Государственная аграрная академия, г. Полтава

### РЕАГЕНТНЫЙ ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ОЛОВА ИЗ ЛОМА ЖЕСТЯНЫХ КОНСЕРВНЫХ БАНОК

**Введение.** В Украине накопился лом миллионов использованных жестяных консервных банок (ЖКБ), покрытых оловом. Отсутствие в Украине законодательства и специализированных предприятий по сбору и переработке ЖКБ привело к тому, что их выбрасывают вместе с другими бытовыми отходами на свалку. Каждую секунду в мусорные баки летят тысячи ЖКБ, а это не только железо, но и дефицитное олово, месторождений которого Украина не имеет. Накопленные на свалках ЖКБ наносят экологический ущерб окружающей природной среде (ОПС), поскольку под действием атмосферы, грунтовых вод, органических кислот почвы железо и олово образуют различные растворимые соединения, которые попадают в растения, питьевую воду, а затем в организм животных и человека, оказывая вредное воздействие на его здоровье. Острые края банок способны травмировать животных, также с течением времени в банках накапливается вода, в которой развиваются кровососущие насекомые.

Время естественного разложения ЖКБ в земле – несколько десятилетий, в пресной воде ~ 10 лет, в соленой – 1-2 года, на воздухе – 10 лет, то есть процесс загрязнения ОПС при отсутствии утилизации ЖКБ длится десятилетиями.

Примерно 0,5 г олова приходится на каждую консервную банку, но это количество, умноженное на масштабы производства ЖКБ, превращается в десятки тонн олова.

Доля вторичного олова в странах ЕС, где существует законодательство по сбору и утилизации ЖКБ, составляет треть общего производства олова. Специалисты подсчитали, что получать «вторичное» олово из лома ЖКБ экономически выгодней, чем из природной руды. Так, при извлечении олова из 120-130 т лома ЖКБ можно получить 1 т олова, такое же количество олова получают при переработке 400 т добытой оловянной руды. По оценкам экспертов, в мире на сегодня накоплено огромное количество металлолома, в том числе ЖКБ, так что отсутствует необходимость производить большее количество первичного железа из железной руды с помощью доменных и конвертерных печей, то есть значительная часть спроса на железо может быть удовлетворена утилизацией металлолома.

Анализ научно-технической и патентной литературы показывает [2], что в развитых странах промышленное применение находят следующие способы утилизации олова:

- хлорный – лом ЖКБ обрабатывают сухим газообразным хлором. Железо в отсутствие влаги с ним не реагирует. Олово же соединяется с ним очень легко, образуется дымящаяся жидкость – хлорное олово –  $\text{SnCl}_4$ , которое отправляют в электролизер для получения металлического олова;
- электролитическое выщелачивание из щелочных электролитов;
- механический – включает первичную сортировку лома, его прессование, пиролиз в специальных установках, где сырье нагревается до определенной температуры, в результате происходит разложение органических и неорганических примесей.

Однако указанные способы выщелачивания лома ЖКБ являются экологически вредными и опасными, энергозатратными, требуют громоздкого оборудования и являются неприемлемыми к экономике Украины. Решение проблемы накопления лома ЖКБ в настоящее время частично решается только лишь его прессованием, что позволяет уменьшить размеры площадей для накопления лома, однако не представляет возможности для извлечения ценных металлов и их повторного использования.

Поэтому разработка новых технологий утилизации олова из оловосодержащих отходов является актуальной.

**Постановка задачи.** Цель работы – разработать экологически безопасную, энерго-ресурсосберегающую технологию переработки ЖКБ с возвращением в сферу производства железа и олова.

Для решения поставленной задачи нами выбран и предложен реагентный гидрохимический способ переработки использованных ЖКБ. Он основан на различиях химических свойств олова, железа и их соединений.

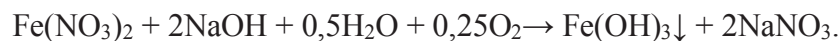
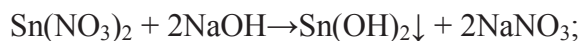
Исследования проводили в лабораторных условиях по методике и на установке, описанной в [3]. На каждом этапе работы проводили анализы на содержание компонентов по методикам [4, 5]. В частности, содержание олова определяли объемным йодометрическим методом, железо – фотометрическим.

Остаточное содержание компонентов ЖКБ на всех этапах соответствовало их экологическим стандартам и рекомендациям ВОЗ [1].

**Результаты работы.** Для извлечения железа и олова из лома консервных банок их предварительно обрабатывали горячим водным раствором кальцинированной соды для удаления посторонних примесей (механических, инородных частиц), после чего измельчали на лабораторной дробилке. При измельчении лома ЖКБ и последующем растворении в разбавленной азотной кислоте протекали следующие реакции:

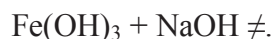


Полученный раствор смеси нитратов олова, железа и аммония обрабатывали стехиометрическим количеством гидроксида натрия с одновременным пропуском воздуха через раствор для окисления образующегося гидроксида железа (II) в гидроксид железа (III), поскольку растворимость последнего на 15 порядков меньше [3]. Этой операцией достигалась полнота осаждения железа:



Полученный раствор с осадками гидроксидов железа и олова фильтровали и получали раствор смеси нитратов натрия и аммония, который упаривали. Полученный продукт высушивали и получали смешанное азотное удобрение.

Для разделения олова и железа полученный осадок обрабатывали избытком гидроксида натрия. При этом гидроксид олова (II) переходил в растворимый комплекс, а гидроксид железа (III) не растворялся:



Полученный раствор фильтровали, получали осадок гидроксида железа (III) и раствор комплекса олова (II). Гидроксид железа (III) высушивали, прокаливали и получали оксид железа (III):



Раствор с комплексом олова выпаривали. Полученный осадок высушивали и получали товарный продукт – кристаллический комплекс олова (II).

Этапы процесса переработки лома ЖКБ представлены в табл. 1.

Таблица 1 – Поэтапные результаты переработки лома ЖКБ

Этапы процесса	Результаты
1	2
1. Измельчение лома ЖКБ	Измельченный лом ЖКБ (I)
2. Растворение (I) в разбавленной азотной кислоте	Раствор смеси нитратов олова (II), железа (II) и аммония
3. Окисление Fe (II) в Fe (III) продуванием воздуха через раствор (II) и одновременно осаждение Sn (II) и Fe(III) стехиометрическим количеством гидроксида натрия	Раствор (III), содержащий смесь нитратов аммония, натрия и осадок гидроксидов олова (II) и железа (III)
4. Фильтрация раствора (III)	Раствор (IV) смеси нитратов аммония и натрия. Осадок гидроксидов олова (II) и железа (III)
5. Упаривание (IV) и сушка полученного продукта	Смесь кристаллических нитратов аммония и натрия. Конденсат обессоленной воды
6. Разделение олова (II) и железа (III) обработкой осадка гидроксидов олова (II) и железа (III) избытком гидроксида натрия	Раствор (V) комплекса олова с осадком гидроксида железа (III)
7. Фильтрация (V)	Раствор (VI) комплекса олова (II). Осадок гидроксида железа (III)

Продовження таблиці 1

1	2
8. Сушка и прокаливание гидроксида железа (III)	Оксид железа (III). Конденсат обессоленной воды
9. Упаривание (VI) и сушка полученного продукта	Кристаллический комплекс олова (II). Конденсат обессоленной воды

На основе полученных результатов нами разработана и предложена блок-схема переработки лома ЖКБ (рис. 1).

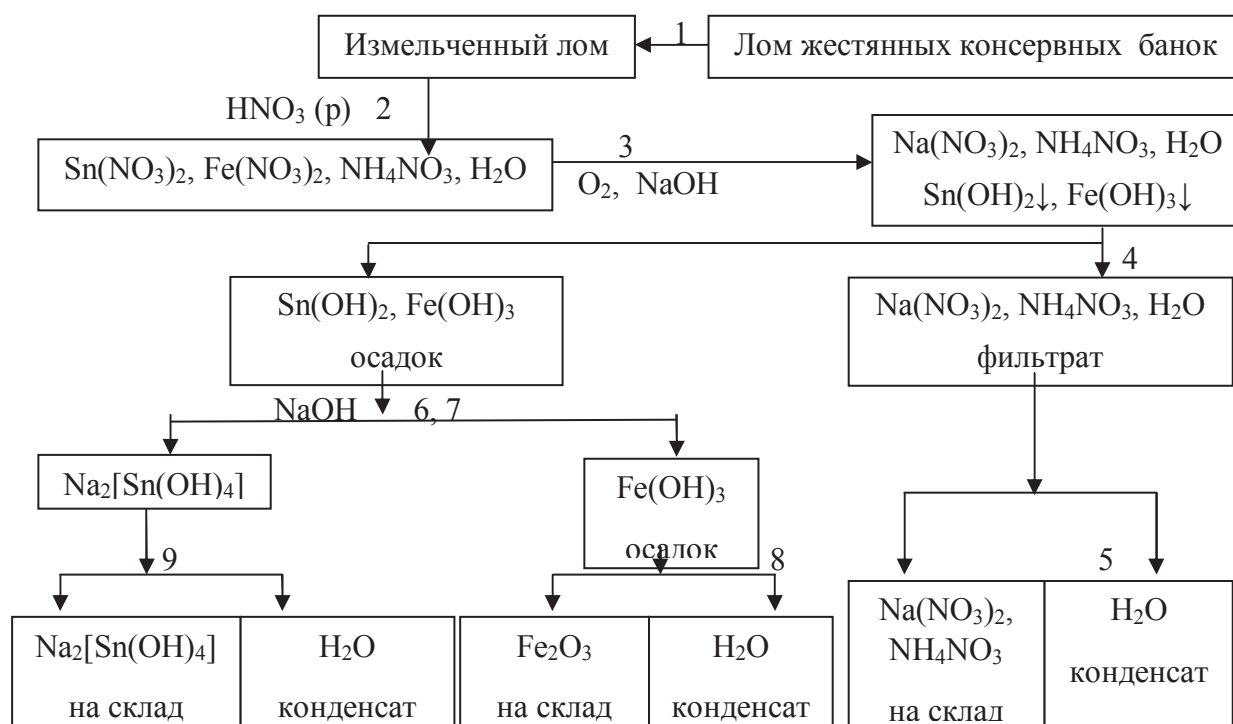


Рисунок 1 – Блок-схема переработки лома ЖКБ

**Выводы.** Предложен способ переработки лома ЖКБ, основанный на различных химических свойствах олова и железа. Его суть заключается в измельчении лома, последующем растворении в разбавленной азотной кислоте и осаждении ионов олова и железа в виде соответствующих гидроксидов. Разделение осадка гидроксидов достигается растворением гидроксида олова в избытке щелочи с образованием комплексного соединения, в то время как осадок гидроксида железа не переходит в растворенное состояние. Предложенный способ переработки ЖКБ является безотходным, экологически безопасным, энерго-ресурсо-сберегающим и позволяет получить товарные продукты:

- комплекс олова (II) – для электротехнической промышленности и получения чистого олова;
- оксид железа (III) – для радио - электронной промышленности и – в качестве красителя – для лакокрасочной промышленности;
- смесь нитратов аммония и натрия в качестве удобрения для сельского хозяйства;

– конденсат обессоленной воды, полученный в процессе выпаривания и сушки для технических целей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Тарасова В.В. Екологічна стандартизація і нормування антропогенного навантаження на природне середовище / Тарасова В.В., Маленовський В.С., Рибак М.Ф. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 274с.
2. Бесфамильная Е.В. Повышение эколого-экономической эффективности при совершенствовании производственных технологий / Е.В.Бесфамильная // Вестник ЮРГТУ (НПИ). – 2012. – №5. – С.83-89.
3. Проценко А.В. Реагентная технология извлечения металлокомпонентов из отработанных первичных источников тока / Проценко А.В., Гуляев В.М. // Экология ЦЧО РФ. – 2011. – №1. – С.39-45.
4. Крешков А.П. Основы аналитической химии /Крешков А.П. – М.-Л.: Химия, 1976. – Т1 – 472с., Т2 – 480с., Т3 – 471с.
5. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии / Лурье Ю.Ю. – М.: Химия, 1989. – 447с.

*Поступила в редколлегию 28.12.201.*

УДК 631.4:504.53

КЛИМЕНКО Т.К., к.б.н., доцент

Дніпровський державний технічний університет

### **ПРОСТОРОВА НЕОДНОРІДНІСТЬ ВМІСТУ ВАЛОВИХ І РУХОМИХ ФОРМ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ҐРУНТАХ УРБАНІЗОВАНИХ ЛАНДШАФТІВ**

**Вступ.** Техногенез істотно впливає на геохімію урболандшафтів, він є важливим, а іноді і провідним екологічним фактором формування та функціонування міських ґрунтів. Одним з напрямків урбоекології є вивчення особливостей міських ґрунтів, їх ролі у функціонуванні урбоекосистеми, а також їх охорона від забруднень, зокрема важкими металами. Урбоекогеохімія (Urban environmental geochemistry) – це нова наукова дисципліна, яка динамічно розвивається в умовах швидких і незворотних змін урбоекосистем з одного боку, а з іншого – усвідомлення людиною необхідності сталого розвитку міського середовища [1].

Небезпека забруднення компонентів природного середовища важкими металами (ВМ) полягає в тому, що вони, по-перше, нездатні до біорозкладення, а по-друге, є акумулятивними за своєю природою і [1]. Ці їх властивості призводять до утворення геохімічних аномалій. Більшість організмів є надзвичайно чутливими до надлишку мікроелементів (а ВМ є саме такими), навіть неістотні перевищення їх концентрації можуть викликати токсичні ефекти [2, 3].

Токсичність ВМ у ґрунтах може змінюватися (як збільшуватися, так і зменшуватися) у залежності від процесів взаємодії металів з певною активною фазою ґрунту [4].

Проблема оцінки небезпеки забруднення ґрунтів м. Кам'янського в умовах впливу потужного комплексу промислових підприємств і транспорту не може бути вирішена без досліджень характеру розподілу валових, рухомих і доступних для рослин форм ВМ. Враховуючи загальновідоме значення вищеназваних досліджень у питаннях оцінки екологічного стану урбоекосистеми в цілому, а також використання їх у загальному комплексі заходів з оптимізації середовища і покращення екологічної ситуації, їх проведення є надзвичайно актуальним.