

ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННОГО РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ВІДХОДІВ ЗІ СКЛА У ВИРОБНИЦТВІ КЕРАМІЧНОЇ ПЛИТКИ

Н. М. САМОЙЛЕНКО¹, Л. П. ЩУКІНА², А. О. БАРАНОВА^{1*}

¹ кафедра хімічної техніки та промислової екології, НТУ «ХПІ», м. Харків, УКРАЇНА

² кафедра технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей, НТУ «ХПІ», м. Харків, УКРАЇНА

*email: baranova647@gmail.com

АНОТАЦІЯ Охарактеризовані екологічні особливості фармацевтичних відходів зі скла (ФВС), основною складовою яких є використані ампули (ВА). Визначена екологічна необхідність вилучення та знешкодження залишків фармацевтичних речовин з ВА при їх утилізації. Проаналізовані ресурсні можливості використання ВА у якості вторинної сировини при виробництві керамічної плитки. Для обґрунтування екологічної доцільності та ресурсної цінності використання ВА в процесі виробництва керамічної плитки експериментально визначений хімічний склад та фізико-хімічні характеристики відходів.

Ключові слова: фармацевтичні відходи зі скла; екологічна безпека; ресурсна цінність; керамічна плитка

THE USE OF SECONDARY RESOURCE POTENTIAL OF PHARMACEUTICAL WASTE FROM GLASS IN THE PRODUCTION OF CERAMIC TILES

N. SAMOILENKO¹, L. SHCHUKINA², A. BARANOVA¹

¹Department of chemical engineering and industrial ecology, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkov, UKRAINE

²Department of Technology ceramics, refractories, glass and enamels, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkov, UKRAINE

ABSTRACT The article describes ecological aspects of pharmaceutical glass wastes. It is determined that the greatest negative impact on the environment components has wastes containing pharmaceutical residue. It was analyzed that pharmaceutical glass wastes mainly consist of used ampoules (UAs). The ecological necessity of taking away and disposing residues of pharmaceutical substances from UAs by their disposal is determined. The resource possibilities of using UAs as the secondary material in production of ceramic tiles is analyzed. Monitoring of the formation and accumulation of a mixture of ampoules in the therapeutic hospital department was carried out. The mixture consisted of ampoules containing remnants of solutions of various pharmaceuticals. To substantiate the ecological practicability and resource valuation of waste used in the process of ceramic tile production, the chemical composition and physicochemical characteristics of the mixture of UAs were experimentally determined. The chemical composition and physical and chemical characteristics of wastes are experimentally determined to justify ecological expediency and waste recoverability of UAs during ceramic tiles production. The experimentally determined values of the characteristic temperature parameters and the temperature coefficient of linear expansion of the ampoule glass mixture confirm this conclusion.

Keywords: pharmaceutical glass wastes; environment safety; waste recoverability; ceramic tiles.

Вступ

З екологічної точки зору фармацевтичні відходи зі скла (ФВС) розглядають як чинник, що негативно впливає на здоров'я людей, екосистеми природних вод, ґрунту та ін. Поряд з цим, відходи можуть стати джерелом цінних вторинних матеріальних ресурсів.

У якості скляної тари для фармацевтичної продукції використовують медичне скло, на виготовлення якого витрачаються такі мінеральні ресурси як особливо чисті піски, каолін, вапняк та ін.

Використання ФВС у якості вторинної сировини у галузях, виготовлення продукції яких базується на споживанні мінеральної сировини, надає можливість менше вилучати нові природні ресурси. Серед виробництв, що потребують значних витрат мінеральних та енергетичних ресурсів і характеризуються великими обсягами випуску продукції, виділяється виробництво керамічної плитки.

В Україні формується ресурсна галузь з переробки відходів, яка передбачає найбільш екологічно безпечні та економічно доцільні шляхи їх

утилізації, що в першу чергу, стосується відходів, які утворюються у великих обсягах.

Фармацевтична галузь займає виключне місце для здоров'я людей та має сталий розвиток і тенденції до постійно високих темпів росту. Відповідно цьому існує стійкий попит на її продукцію та споживання лікарських засобів. У зв'язку з цим важливим є створення інформаційних потоків щодо утворення та накопичення ФВС, а також аналіз їх характеристик з точки зору використання у якості вторинного сировинного матеріалу.

ФВС можуть включати ампули, флакони, аптекарський посуд та ін. При цьому найбільш розповсюдженою формою відходів є використані ампули, які містять залишки розчинів для ін'єкцій лікарського препарату. Зважаючи на зазначене, важливим науковим і практичним завданням є дослідження, направлені на розробку та обґрунтування екологічних аспектів безпечного поводження з основними видами ФВС та аналіз ресурсної цінності відходів як вторинної сировини у виробництві керамічної плитки.

Ціль роботи

Ціллю роботи є аналіз екологічної характеристики ФВС, джерел і тенденцій їх утворення, а також обґрунтування доцільності використання відходів як вторинного матеріального ресурсу у виробництві керамічної плитки.

Для досягнення поставленої цілі будуть вирішені наступні задачі:

1. Охарактеризувати екологічну небезпеку ФВС у якості чинника, що впливає на процедури поводження з відходами.
2. На прикладі найбільш поширеної форми ФВС проаналізувати ресурсні можливості використання відходів у якості вторинної сировини при виробництві керамічної плитки в Україні.
3. Експериментально обґрунтувати екологічну доцільність та ресурсну цінність використання ФВС у процесі виробництва керамічної плитки.

Виклад основного матеріалу

Екологічні особливості фармацевтичних відходів зі скла. У сфері поводження з відходами фармацевтичні відходи (ФВ) характеризуються з двох позицій, а саме: як самостійний вид відходів та як складова медичних відходів. За визначенням ВООЗ, фармацевтичні відходи – це відходи, які містять медичні препарати (ліки, у яких закінчився термін придатності, або які більше не потрібні, предмети, що забруднені фармацевтичними препаратами, або містять такі препарати). У нормативних документах, що діють в Україні, фармацевтичні відходи визначаються як лікарські препарати із закінченим строком дії та частково використані флакони [1]. При

цьому слід зазначити, що і лікарські засоби в ампульній формі, які не підлягають подальшому використанню, набувають статусу «відходів». У якості складових медичних відходів ФВ включають протерміновані, не використововані та забруднені лікарські засоби, які потребують належного поводження. Виходячи з даних положень, для фармацевтичних відходів зі скла визначальним з точки зору екологічної безпеки є наявність у відходах фармацевтичних речовин або ж забрудненість такими скляної тари.

Характерна особливість ФВС полягає у тому, що негативна дія відходів на довкілля має комбінований ефект [2]. Фармацевтичні речовини у найбільшій мірі загрожують здоров'ю та екологічній безпеці людини, а також прямо чи опосередковано негативно впливають на усі елементи довкілля. При цьому особливо негативною дією характеризуються розчини цих речовин, які з певних причин надходять у природні води. Крім того, склобій медичного скла, як і інші види склобою, що потрапляють на полігони, суттєво залужує стоки. Також скло гальмує процеси життєдіяльності мікроорганізмів поверхневих шарів ґрунту.

Таким чином, при здійсненні операцій у сфері поводження з ФВС та при розробці технологій утилізації відходів важливим екологічним чинником є попередження надходження у довкілля фармацевтичних речовин, що містяться у ФВС як залишок після проведення медичних процедур. З цієї точки зору найбільшу екологічну небезпеку становлять скляні ампули, які застосовуються для упакування і однодозового використання рідинного лікарського препарату. Вони у великій кількості використовуються для лікування хворих методом ін'єкцій і, як правило, містять фармацевтичні речовини у вигляді особливо небезпечних для довкілля складних органічних сполук.

Фармацевтичні розчини залишаються і у скляних флаконах, що застосовуються для зберігання в сухій формі нестійких лікарських препаратів. Перед вживанням такі препарати розчиняють у стерильному розчиннику (вода та ін.), а після проведення ін'єкції їх невелика кількість залишається у флаконах. Але такі флакони, як первинна упаковка, у виробництві лікарських засобів для парентерального введення використовується значно менше ніж ампули (на прикладі даних джерела інформації [14] приблизно у 8,6 рази). До того ж ліки у флаконах можуть набувати характеристики неякісного лікарського засобу, ще коли лікарський препарат знаходився у твердому стані і не піддавався розчиненню.

Таким чином, використані скляні ампули є основним видом ФВС, які утворюються у надзвичайно великому обсязі і повинні вивчатись і як чинник значної негативної дії на довкілля, так і як джерело вторинних матеріальних ресурсів. З урахуванням цього у якості предмета даних досліджень використовувались скляні ампули, що

набули статусу відходів і містили залишки фармацевтичної речовини.

Наповнення ампул при операції ампулювання здійснюється таким чином, щоб фактичний об'єм наповнення ампул був більше номінального, так як потрібно забезпечити необхідну дозу при наповненні шприцу. Цей факт призводить до того, що у ампулах після проведення медичної процедури залишається певна кількість фармацевтичної речовини. Так, наприклад, при номінальному об'ємі лікарського препарату 10,0 мл фактичне заповнення ампули для нев'язких речовин складає 10,50 мл, а для в'язких – 10,70 мл. Відповідно, при номінальному об'ємі лікарського препарату 20,0 мл фактичний об'єм розчину у ампулі збільшується до 20,60 мл та 20,90 мл.

У загальному випадку джерелами формування потоків ФВС, у складі яких містяться відходи ампул, є [3]:

- фармацевтичні виробництва;
- медичні та лікувально-профілактичні установи (лікарні, поліклініки, госпіталі, санаторії);
- аптечні мережі та аптеки;
- дистриб'ютори лікарських засобів;
- суб'єкти господарської діяльності по збору та переробці відходів;
- населення;
- науково-дослідні центри і лабораторії;
- склади конфіскованої продукції.

Власник утворених відходів повинен їх утилізувати.

Згідно положень Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року [1] передбачається роздільне збирання фармацевтичних відходів з можливістю їх ідентифікації (збереженням упаковок). Це відкриває нові можливості щодо накопичення та обліку ФВС. Разом з тим, у теперішній час не тільки в Україні, але й інших країнах існує неузгодженість інформації щодо матеріальних потоків медичних відходів, у тому числі і тих, що містять фармацевтичні [4-9]. При цьому окремому питанню поводження з фармацевтичними відходами зі скла приділяється недостатньо уваги. Отже для цілей ефективної утилізації ФВС у виробництвах великої виробничої потужності необхідно вести чіткий облік накопичення відходів на джерелах їх утворення та виділяти використані ампули як окрему складову.

Ресурсна цінність ФВС та використання у виробництві керамічної плитки.

До складу ампульного скла входять оксиди: SiO₂, Na₂O, CaO, MgO, B₂O₃, Al₂O₃ та ін. Скло не повинно містити таких сполук як PbO, ZnO, Sb₂O₃, As₂O₃. При цьому ампульне скло імпортного виробництва у своєму складі може мати деякі оксиди, що відсутні у відповідній продукції українських виробників.

Медичне скло, з якого виготовляють ампули, повинно відповідати вимогам хімічної стійкості щодо

деструктивної дії агресивного середовища, не змінювати властивості розчинів для ін'єкцій, бути термічно стійким. Для досягнення хімічної стійкості у таке скло додають оксиди бору, а для термостійкості – оксиди магнію. Зважаючи на це, досить розповсюдженим є використання боросилікатного скла. В цілому ж, ампулювання розчину або рідкого лікарського засобу здійснюється відповідно до вимог нормативно - технічного документу (фармакопейна стаття), у якому вказується відповідна марка скла та закупорювальних засобів.

Розчини ампульних лікарських препаратів проявляють реакційну здатність. Вона характеризується утворенням осадів, гідролізом ефірів, алкалоїдів, окисненням та ін. Вельми негативним явищем є процес вилукування або розчинення компонентів скла, при якому іони натрію та калію переходять із скла в розчин. Логічно припустити, що хімічна активність фармацевтичних речовин, які залишилися у ампулі після проведення медичної процедури, буде змінюватись під впливом зовнішніх факторів (доступ повітря, мікробіологічне забруднення та ін.). Також при цьому можуть змінюватись характеристики скла.

Для виготовлення ампул на вітчизняних підприємствах застосовують нейтральне ампульне скло НС-1, найбільш хімічно стійке НС-3 і лужне безборне АБ-1 (для стійких у масляних розчинах речовин) [10]. Також в Україні для виготовлення ампул додатково існує марка нейтрального боросилікатного скла УСП-1. Крім того, у фармацевтичній галузі використовуються такі марки ампульного скла як СНС-1 (для світлочутливих речовин), НС-2А, ХТ-1 та ін. Хімічний склад марок медичного скла приведений у табл. 1.

Таблиця 1 – Хімічний склад марок медичного скла [11,12]

Скло	Вміст в масовій частині, %							
	SiO ₂ ±0,50	Al ₂ O ₃ ±0,20	B ₂ O ₃ ±0,25	Сума CaO, MgO ±0,30	Na ₂ O ±0,20	Fe ₂ O ₃ ±0,30	MnO ₂ ±0,50	BaO ±0,20
УСП -1	74,20	6,0	8,50	2,60	7,90	-	-	-
СНС-1	67,0	4,1	5,2	6,3	2,0	2,90	5,0	-
НС-2А	73,0	3,5	2,5	8,0	2,0	-	-	-
ХТ-1	72,8	6,0	10,5	0,8	1,8	-	-	2,2
НС-1	73,0	4,5	4,0	8,0	2,0	-	-	-
НС-3	72,8	4,5	6,0	6,9	1,7	-	-	-
АБ-1	73,0	3,0	-	9,5	1,0	-	-	-
МТО	73,00	1,50	-	10,00	15,50	-	-	-
ОС	73,50	1,50	-	9,50	15,50	-	-	-
ОС-1	73,00	1,30	-	10,00	15,70	-	-	-

Для цілей аналізу обсягів утворення використаних ампул у медичних закладах стаціонарного типу та подальшої ресурсної оцінки таких відходів було обрано терапевтичне відділення багатопрофільної лікарні (м. Харків). Терапевтичний профіль у дослідженнях визначений з урахуванням того, що за статистикою в Україні в обсягах аптечного продажу лідирують ліки групи А, С, N [13], які використовуються для лікування хворих з внутрішніми хворобами та супутніми нервовими захворюваннями. Моніторинг утворення та накопичення відходів проводився на протязі декількох місяців, що характеризувались збільшенням та зменшенням кількості хворих.

Результати обробки даних показали, що у відділенні для лікування хворих найбільше використовувались такі препарати як рибоксін, панангін, тризипін, аскорбінова кислота, нуклео ЦФМ форте, тіатриазолін, глутаргін, димедрол, строфантин, аналгін, нікотинова кислота, метамакс, нейромакс, фуросемід, торсид, сертофен, вазпростан, кетанов, дібазол, диклофенак та ін. Обсяг накопичення використаних ампул в середньому склав 13450 шт. /місяць. Залишок рідинного лікарського препарату у ампулах приблизно визначався як 160 мл /кг. Відсоток ліків вітчизняного виробництва – 67%, закордонних – 33%.

У складі ампул, що підлягали дослідженню, було виявлено: ампул місткістю 5 мл – 40%, 2 мл – 30%, 10 мл – 25%, інші – 5 %.

Для проведення подальших експериментальних досліджень ампули поміщали у металеву ємність і роздавлювали. Одержана суміш скла та лікарського препарату відділялась на ситі. Далі розчин фільтрували, залишок мілких часток скла збирали та додавали до основного складу подрібнених ампул. Оскільки розчин, що утворився, був малотоксичним, то його розбавляли водою у співвідношенні 1:100 та зливали у каналізацію.

Одержана суміш ампульного скла використовувалась для визначення хімічного складу та фізико - хімічних характеристик матеріалу. Для цього з відходами скла здійснювали такі основні операції як тонке подрібнювання та спікання.

Для проведення досліджень використовували наступні прилади:

– рентгенівський флуоресцентний спектрометр моделі AXIOSmAX для визначення компонентів скла;

– термомікроскоп MISURA для визначення характеристичних температур: розм'якшення, утворення сфери, напівсфери і плавлення скла;

– дилатометр DIL 402 PC для термічного аналізу скла (визначення термічного коефіцієнта лінійного розширення).

Результати одержаних фізико-хімічних характеристик суміші відходів ампульного скла приведені у табл. 2 та табл. 3.

Обговорення результатів

Фармацевтика в Україні має високі та стабільні показники випуску продукції: за результатами 2017 р. її виробництво зросло на 8,8 % [14]. При цьому обсяги випуску ін'єкційних лікарських засобів в ампулах відзначаються як надзвичайно великі. Так, тільки виробничі потужності фармацевтичної фірми «Дарниця» дозволяють випускати щорічно більше 320 млн ампул [15]. Крім того, ринок фармацевтичної продукції насичений і продукцією імпортних виробників. Статистичні дані щодо продажу таких лікарських засобів відсутні, але їх обсяг визначається як значна доля у складі 24,2 % упаковок імпортних ліків, що були реалізовані в аптеках в Україні, наприклад у 2017 р. [13]). Зрозуміло, що обсяги вироблених та проданих ліків у ампульній формі відповідають використанню та накопиченню ФВС.

Таблиця 2 – Хімічний склад суміші відходів ампульного скла

Найменування компоненту	Вміст компоненту, %
SiO ₂	74,28
Al ₂ O ₃	6,36
MgO	0,04
CaO	2,60
BaO	0,29
Na ₂ O	7,70
K ₂ O	0,70
Fe ₂ O ₃	0,05
TiO ₂	0,03
ZrO ₂	0,03
B ₂ O ₃	7,92

Таблиця 3 – Характеристичні температури та ТКЛР суміші відходів ампульного скла

Найменування показника	Значення
Усадка, °C	740
Розм'якшення, °C	900
Сфера, °C	1000
Напівсфера, °C	1110
Плавлення, °C	1295
ТКЛРх10 ⁻⁶ , град ⁻¹	7,74

Випуск керамічної плитки в Україні, незважаючи на кризові явища, залишається стабільно високим. Так, наприклад, у 2016 році обсяг виробництва керамічної плитки в країні

склав 45365 тис. м². Таким чином, в Україні, з одного боку, створюються умови (навіть без урахування імпортової складової ринку фармацевтичної продукції) для утворення значних обсягів відходів ампульного скла, а з іншого – постійного ресурсного забезпечення процесу утилізації скла у керамічному виробництві.

З урахуванням великих обсягів утворення відходів, загальний об'єм рідинних лікарських препаратів, що міститься у використаних ампулах, виявляється значним. При надходженні у навколишнє середовище вони виявляють негативну дію на компоненти навколишнього середовища та здоров'я людей. Зважаючи на це, утилізація ампульного скла повинна проводитись тільки після вивільнення з ампул розчинів фармацевтичних речовин. Подальші операції поводження з утвореними рідинними забруднювачами довікля підлягають застосуванню методів знешкодження речовин до сполук, що є безпечними для навколишнього середовища.

Результати аналізу хімічного складу відходів показують, що в цілому скло суміші використаних ампул можливо віднести до типу боросилікатного. Зважаючи на якісний та кількісний вміст оксидів, такі відходи доцільно використовувати у складі ангобів та полив у виробництві керамічної плитки. При цьому експериментально визначені значення показників характеристичних температур та ТКЛР суміші ампульного скла підтверджують даний висновок.

Висновки

1. У сфері підвищення екологічної безпеки поводження з ФВС та збереження природно-ресурсного потенціалу мінеральної сировини в Україні доцільним є використання відходів у якості вторинної сировини у виробництві керамічної плитки.

2. Найбільш поширеним видом фармацевтичних відходів зі скла та значним за обсягом утворення є використані ампули, що містять залишки розчинів фармацевтичних речовин, які чинять негативний вплив на елементи довкілля. При проведенні процедур утилізації скляних ампул обов'язковим є вилучення таких речовин та їх знешкодження до безпечних для довкілля сполук.

3. Великі об'єми утворення і накопичення використаних ампул та обсяги виробництва керамічної плитки в Україні створюють умови для постійного забезпечення виробничого процесу відходами.

4. Експериментально визначений хімічний склад та фізико-хімічні характеристики суміші відходів ампул підтверджують ресурсну цінність застосування таких відходів як вторинної сировини у виробництві керамічної плитки.

Список літератури

1. Національна стратегія управління відходами в Україні до 2030 року. Розпорядження КМУ від 8.11.2017 р. №820. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80>.
2. **Samoilenko, N. N.** Implementation of the method of electrochemical destruction during disposal of pharmaceutical glass waste / **N. N. Samoilenko, I. A. Yermakovych, V. B. Bairachnyi, A. O. Baranova** // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2017. – Vol. 5, No 10 (89). – P. 39 – 45. – doi: 10.15587/1729-4061.2017.109826.
3. **Самойленко, Н. М.** Фармацевтичні відходи зі скла та їх ресурсна база в Україні / **Н. М. Самойленко, А. О. Баранова** // *Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях*. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2017. – 23 (1245). – С. 170-175. – doi: 10.20998/2413-4295.2017.23.27.
4. **Askarian, M.** A total quality management approach to healthcare waste management in Namazi Hospital, Iran / **M. Askarian, P. Heidarpour, O. Assadian** // *Waste Management*. – 2010. – V.30, I. 11. – P. 2321-2326. – doi: 10.1016/j.wasman.2010.06.020.
5. **Insa, E.** Critical review of medical waste legislation in Spain / **E. Insa, M. Zamorano, R. López** // *Resources, Conservation and Recycling*. – 2010. – V. 54, I. 12. – P. 1048-1059. – doi: 10.1016/j.resconrec.2010.06.005.
6. Babanyara, Y. Y. Poor Medical Waste Management (MWM) Practices and Its Risks to Human Health and the Environment: A Literature Review / **Y. Y. Babanyara, D. B. Ibrahim, T. Garba, et al.** // *Engineering and Technology International Journal of Health and Medical Engineering*. – 2013. – V. 7, №11. – P. 780-787. – doi:10.1999/1307-6892/9996582.
7. **Bokhoree, C.** Assessment of Environmental and Health Risks Associated with the Management of Medical Waste in Mauritius / **C. Bokhoree, Y. Beeharry, T. Makoondlall-Chadee, et al.** // *APCBEE Procedia*. – 2014. – V. 9. – P. 36-41. – doi: 10.1016/j.apcbee.2014.01.007.
8. **Cheng, Y. W.** Medical waste production at hospitals and associated factors / **Y. W. Cheng, F.C. Sung, Y. Yang et al.** // *Waste Management*. – 2009. – V. 29, I. 1. – P. 440-444.
9. **Graikos, A.** Medical waste generation in selected clinical facilities in Taiwan / **A. Graikos, E. Voudrias, A. Papazachariou, et al.** // *Waste Management*. – 2010. – V. 30, I. 8-9. – P. 1690-1695.
10. Фармацевтична енциклопедія. URL: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/2758/ampulne-sklo>.
11. Стекло медицинское марки УСП-1. ТУ У 00480945-002-96. URL: <http://www.medicalglass.com.ua/prod.html>.
12. Стекло медицинское. Марки. ГОСТ 19808-86 (діє в Україні до 01.01.19). URL: <http://www.medicalglass.com.ua/prod.html>.
13. ТОП-10 найбільш продаваних ліків у 2017 році в Україні. URL: <http://hgraf.com.ua/index.php/joomla-pages/login-form/item/10226-top-10-najbilsh-prodavanikh-likiv-u-2017-rotsi-v-ukrajini>.
14. Промислове виробництво в Україні відновлює зростання, – Держстат. URL: <https://www.kmu.gov.ua/>

ua/news/promislove-virobnictvo-v-ukrayini-vidnovlyuye-zrostannya-derzhstat.

15. Фармацевтична фірма «Дарниця»: виробництво, на якому якість не має альтернатив. URL: <https://www.apteka.ua/article/416121>.

Bibliography (transliterated)

1. Nacional'na strategiya upravlinnya vidxodamy` v Ukrayini do 2030 roku. Rozporyadzhennya KМУ vid 8.11.2017 r. #820. Available at: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/820-2017-%D1%80>.
2. **Samoilenko, N. N., Yermakovych, I. A., Bairachnyi, V. B., Baranova, A. O.** Implementation of the method of electrochemical destruction during disposal of pharmaceutical glass waste. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2017, **5**, No 10 (89), 39 – 45, doi: 10.15587/1729-4061.2017.109826.
3. **Samojlenko, N. M., Baranova, A. O.** Farmacevty`chni vidxody` zi skla ta yix resursna baza v Ukrayini. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies*. – Kharkiv: NTU"KhPI", 2017, 23 (1245), 170-175, doi:10.20998/2413-4295.2017.23.27.
4. **Askarian, M., Heidarpour, P., Assadian, O.** A total quality management approach to healthcare waste management in Namazi Hospital, Iran. *Waste Management*, 2010, **30**, I. 11, 2321-2326, doi: 10.1016/j.wasman.2010.06.020.
5. **Insa, E., Zamorano, M., López, R.** Critical review of medical waste legislation in Spain. *Resources, Conservation and Recycling*, 2010, **54**, I. 12, 1048-1059, doi: 10.1016/j.resconrec.2010.06.005.
6. **Babanyara, Y. Y., Ibrahim, D. B., Garba, T., et al.** Poor Medical Waste Management (MWM) Practices and Its Risks to Human Health and the Environment: A Literature Review. *Engineering and Technology International Journal of Health and Medical Engineering*, 2013, **7**, №11, 780-787, doi:10.1999/1307-6892/9996582.
7. **Bokhoree, C., Beeharry, Y., Makoondlall-Chadec, T., et al.** Assessment of Environmental and Health Risks Associated with the Management of Medical Waste in Mauritius. *APCBEE Procedia*, 2014, **9**, 36-41, doi: 10.1016/j.apcbee.2014.01.007.
8. **Cheng, Y. W., Sung, F. C., Yang, Y., et al.** Medical waste production at hospitals and associated factors. *Waste Management*, 2009, **29**, I. 1, 440-444.
9. **Graikos, A., Voudrias, E., Papazachariou, A., et al.** Medical waste generation in selected clinical facilities in Taiwan. *Waste Management*, 2010, **30**, I. 8–9, 1690-1695.
10. Farmacevty`chna ency`klopediya. Available at: <https://www.pharmacencyclopedia.com.ua/article/2758/ampulne-sklo>.
11. Steklo meditsinskoye marki USP-1. TU U 00480945-002-96. Available at: <http://www.medicalglass.com.ua/prod.html>.
12. Steklo meditsinskoye. Marki. GOST 19808-86 (deystvuyet v Ukraine do 01.01.19). Available at: <http://www.medicalglass.com.ua/prod.html>.
13. TOP-10 najbil'sh prodavanih likiv u 2017 roci v Ukraїni. Available at: <http://hgraf.com.ua/index.php/joomla-pages/login-form/item/10226-top-10-najbilsh-prodavanikh-likiv-u-2017-rotsi-v-ukrajini>.
14. Promy`slove vy`robny`cztvo v Ukrayini vidnovlyuye zrostannya, – Derzhstat. Available at: <https://www.kmu.gov.ua/ua/news/promislove-virobnictvo-v-ukrayini-vidnovlyuye-zrostannya-derzhstat>.
15. Farmacevty`chna firma «Darny`cyua»: vy`robny`cztvo, na yakomu yakist` ne maye al'ternaty`v. Available at: <https://www.apteka.ua/article/416121>.

Відомості про авторів (About authors)

Самойленко Наталія Миколаївна – кандидат технічних наук, професор, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», професор кафедри хімічної техніки та промислової екології; м. Харків, Україна; email: samoilenko@kpi.kharkov.ua.

Nataliia Samoilenko - PhD, Professor, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Professor of the department of chemical engineering and industrial ecology; Kharkov, Ukraine; e-mail: samoilenko@kpi.kharkov.ua.

Щукіна Людмила Павлівна – кандидат технічних наук, професор, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», професор кафедри технології кераміки, вогнетривів, скла та емалей; м. Харків, Україна; e-mail: milinvest@meta.ua.

Lyudmila Shchukina – PhD, Professor, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Professor of the department of Technology ceramics, refractories, glass and enamels; Kharkov, Ukraine; e-mail: milinvest@meta.ua.

Баранова Антоніна Олегівна – аспірант, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», кафедра хімічної техніки та промислової екології; м. Харків, Україна; e-mail: baranovaa647@gmail.com.

Antonina Baranova – post graduate student, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Department of chemical engineering and industrial ecology; Kharkov, Ukraine; e-mail: baranovaa647@gmail.com.

Будь ласка, посилайтеся на цю статтю наступним чином:

Самойленко, Н. М. Використання вторинного ресурсного потенціалу фармацевтичних відходів зі скла у виробництві керамічної плитки / **Н. М. Самойленко, Л. П. Щукіна, А. О. Баранова** // *Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях*. – Харків: НТУ «ХПІ». – 2018. – № 26 (1302). – Т. 2. – С. 93-99. – doi:10.20998/2413-4295.2018.26.38.

Please cite this article as:

Samoilenko, N., Shchukina, L., Baranova, A. The use of secondary resource potential of pharmaceutical waste from glass in the production of ceramic tiles. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies.* – Kharkiv: NTU "KhPI", 2018, **26** (1302), 2, 93-99, doi:10.20998/2413-4295.2018.26.38.

Пожалуйста, сосылайтесь на эту статью следующим образом:

Самойленко, Н. Н. Использование вторичного ресурсного потенциала фармацевтических отходов из стекла в производстве керамической плитки / **Н. Н. Самойленко, Л. П. Щукина, А. О. Баранова** // *Вестник НТУ «ХПИ», Серия: Новые решения в современных технологиях.* – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2018. – № 26 (1302). – Т. 2. – С. 93-99. – doi:10.20998/2413-4295.2018.26.38.

АННОТАЦИЯ Охарактеризованы экологические особенности фармацевтических отходов из стекла, основной составляющей которых является использованные ампулы (А). Определена экологическая необходимость изъятия и обезвреживания остатков фармацевтических веществ из ампул при их утилизации. Проанализированы ресурсные возможности применения А в качестве вторичного сырья при производстве керамической плитки. Для обоснования экологической целесообразности и ресурсной ценности использования А в процессе производства керамической плитки экспериментально определен химический состав и физико - химические характеристики отходов.

Ключевые слова: фармацевтические отходы из стекла; экологическая безопасность; ресурсная ценность; керамическая плитка.

Поступила (received) 01.07.2018