

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

БАРАНОВА АНТОНІНА ОЛЕГІВНА

УДК 620.28:666.185

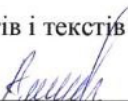
ДИСЕРТАЦІЯ
ЗАПОБІГАННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ
ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ВІДХОДІВ ЗІ СКЛА

101 – екологія

10 – природничі науки

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело


_____ А. О. Баранова

Науковий керівник:

Самойленко Наталія Миколаївна
кандидат технічних наук, доцент



*Ідентичність та достовірність
змісту дисертації засвідчує
вчений секретар проф. Яковоботний Олександр
22.03.21*

Харків – 2021

АНОТАЦІЯ

Баранова А. О. Запобігання негативного впливу на довкілля фармацевтичних відходів зі скла. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 101 «Екологія» (10 – Природничі науки) – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», 2021.

Роботу виконано на кафедрі хімічної техніки та промислової екології Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» Міністерства освіти і науки України.

Об'єкт дослідження – забруднення навколишнього середовища фармацевтичними відходами зі скла.

Предмет дослідження – процеси та засоби запобігання потрапляння фармацевтичних відходів зі скла у навколишнє середовище шляхом їх утилізації та ефективної системи поводження з відходами.

Дисертаційне дослідження присвячене запобіганню негативного впливу на довкілля фармацевтичних відходів зі скла, забруднених фармацевтичними субстанціями, шляхом їх екологічно безпечної переробки у керамічному виробництві та підвищенням ефективності поводження з ресурсоцінними відходами. Розглянуто та проаналізовано світовий досвід щодо особливостей поводження з медичними (фармацевтичними) відходами, включаючи утворення та способи утилізації відходів, а також особливості поводження з фармацевтичними відходами зі скла (ФВС) у період пандемії COVID–19, що привела до різкого збільшення утворення ФВС.

У вступі обґрунтовано вибір теми дослідження та актуальність дисертаційної роботи, сформульовано мету і задачі, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, показано зв'язок роботи з науковими темами, надано наукову новизну та сформульовано практичне значення отриманих результатів.

Перший розділ присвячено комплексному аналізу проблеми забруднення навколишнього середовища фармацевтичними відходами зі скла та шляхам запобігання їх негативної дії на довкілля. Розглянуто проблеми поводження з фармацевтичними відходами в Україні та світі. Охарактеризовано особливості несприятливої дії фармацевтичних відходів зі скла на елементи довкілля. Розглянуто основні джерела утворення та обсяги накопичення таких відходів. Проаналізовано національну та міжнародну нормативно-правову базу у галузі поводження з фармацевтичними відходами. На підставі аналізу сформульовано задачі дослідження та шляхи їх досягнення.

У другому розділі описані матеріали, методики та прилади для проведення експериментальних досліджень. Ангобні шлікери готувалися методом мокрого помелу компонентів у лабораторних кульових млинах і наносилися на відпресовані і висушені плитки методом поливу. Хімічні характеристики підготовлених до експерименту відходів скляних ампул та базової ангобної фритти визначались методом рентгенівської спектроскопії. Дослідження характеристик плавкості проводилось термомікроскопічним методом. Температурний коефіцієнт лінійного розширення відходів скляних ампул визначався за допомогою дилатометра DIL402 PC.

У третьому розділі проаналізовано екологічні та технічні передумови утилізації ФВС у виробництві керамічної плитки. Визначено екологічну доцільність та технічну можливість раціонального

використання ФВС у якості вторинного ресурсу, який дозволяє зменшити обсяги використання мінеральних ресурсів у технології виробництва керамограніту. Запропоновано принципову технологічну схему підготовки відходів для їх застосування як сировинного компоненту у складі шихти ангобу. Розроблена зворотна система використання промивних вод дозволяє очистити відходи від механічних забруднень, ефективно знешкодити залишки фармацевтичних речовин та сприяє екологічно безпечному і раціональному процесу утилізації ФВС.

Четвертий розділ присвячено експериментальній частині по розробці шихтового складу ангобу для глазурованого керамограніту з додаванням фармацевтичних відходів зі скла.

За виконанням даного розділу отримані наступні результати:

- встановлено, що ФВС, які являють собою суміш різних марок медичного скла, за хімічним складом відносяться до борвмісної оксидної системи, яка є основою скломатриці українських склофритт, але відрізняються від них підвищеним вмістом SiO_2 . Порівняння в'язкості розплаву ФВС за температури випалу керамограніту та вибраної для досліджень кошовної фритти визначило неможливість здійснення повної заміни фритти відходами у складі ангобу. Визначені термомікроскопічні та дилатометричні характеристики ФВС та фритти показали наближені значення: температурні показники плавкості різнились на 50–100 °С, а температурний коефіцієнт лінійного розширення – на $1,64 \cdot 10^{-6}$ град⁻¹. Встановлені хімічні та фізичні властивості ФВС дозволяють рекомендувати відходи як флюсуючі компоненти ангобів;

- розроблено склад ангобу з додаванням ФВС для глазурованого керамограніту, який дозволяє ввести у шихту 30% мас. відходів та зменшити кількість природних сировинних матеріалів, кошовної

ангобної фритти і розріджувача. Отримана ангобована керамічна плитка для температури випалу 1185 °С з водопоглинанням 0,3–0,4 % і границею міцності при згині 52–54 МПа, що відповідає вимогам стандарту до високоміцних плиток типу керамограніту. Ангобне покриття характеризується високою білизною (75,8 %), що дозволяє отримувати акцентні кольори глазурованої поверхні. Визначено, що у порівнянні з базовим складом ангобу, запропонована шихта дозволяє зменшити на 10 % кількість ангобної фритти, на 1 % – глини «Веско – Прима» та глинозему, на 23 % – кварцового піску та на 0,15 % триполіфосфату натрію.

У п'ятому розділі отримано наступні результати:

- запропоновано напрямки підвищення ефективності системи поводження з фармацевтичними відходами в Україні, що у тому числі включають ФВС та інші ресурсоцінні відходи лікарських засобів;
- на основі аналізу статистичної інформації на прикладі утворення ФВС у період захворюваності на COVID–19 розроблено модель генерування відходів в лікарнях України, що рекомендується для планування і оптимізації здійснення екологічного менеджменту ФВС;
- теоретичні та прикладні результати дисертаційної роботи використано у навчальному процесі кафедри хімічної техніки та промислової екології НТУ «ХПІ» для навчання студентів спеціальності 101 «Екологія».
- укладено договір про наукову та творчу співпрацю з ТОВ «ТСК Рісайклінг груп».

Ключові слова: забруднення довкілля, фармацевтичні відходи зі скла, керамічна плитка, ангоб, екологічна безпека, поводження з відходами.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Наукові праці, в яких опубліковано основні наукові результати дисертації:

1. Самойленко Н. М., Баранова А. О. Фармацевтичні відходи зі скла та їх ресурсна база в Україні. *Вісник НТУ «ХПІ». Нові рішення в сучасних технологіях*. 2017. № 23 (1245). С. 170–175.

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. Vol. 5, No 10 (89). P. 39–45.

3. Самойленко Н. М., Щукіна Л. П., Баранова А. О. Використання вторинного ресурсного потенціалу фармацевтичних відходів зі скла у виробництві керамічної плитки. *Вісник НТУ «ХПІ». Нові рішення в сучасних технологіях*. 2018. № 26 (1302), т. 2. С. 93–99.

4. Самойленко Н. М., Єрмакович І. А., Баранова А. О. Підготовка фармацевтичних відходів зі скла до утилізації у виробництві керамічної плитки. *Екологічні науки*. 2019. № 25(2). С. 199–202.

5. Samoilenko N., Shchukina L., Baranova A. Development of engobe composition with the use of pharmaceutical glass waste for glazed ceramic granite. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 4, No 10 (100). P. 6–12.

6. Baranova A., Samoilenko N., Pitak I. Forecasting of formation of pharmaceutical glass waste taking into account the COVID–19 database. *Science Rise*. 2020. № 4(69). P. 46–52.

7. Самойленко Н. М., Баранова А. О. Особливості поводження з фармацевтичними відходами зі скла, що підлягають утилізації. *Colloquium-journal*. 2021. № 3(90). P. 11–13.

Опубліковані праці апробаційного характеру:

8. Баранова А. О., Самойленко Н. М., Єрмакович І. А. Поводження з медичними відходами в Україні : матеріали XI міжнар. конф. магістрантів та аспірантів, м. Харків, 18–21 квіт. 2017р. Харків : НТУ «ХП», 2017. С. 6–7.

9. Самойленко Н. М., Баранова А. О., Єрмакович І. А. Утворення фармацевтичних відходів у місті Харкові. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я* : матеріали XXV міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 17–19 трав. 2017 р. Харків : НТУ «ХП», 2017. С. 56.

10. Самойленко Н. М., Баранова А. О., Єрмакович І. А. Зменшення негативного впливу на водні об'єкти фармацевтичних відходів зі скла. *Водопостачання та водовідведення: проектування, будова експлуатація, моніторинг* : матеріали міжнар. наук.-практ конф., м. Львів, 18-20 жовт. 2017 р. Львів : Національний університет «Львівська політехніка», 2017. С. 99–100.

11. Самойленко Н. М., Баранова А. О. Перспективи використання фармацевтичних відходів зі скла в технології виробництва керамічної плитки *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я* : тези доп. XXVI міжнар. науково-практ. конф., 16–18 трав. 2018 р. Харків : НТУ «ХП», 2018. С.44.

12. Баранова А. О., Самойленко Н. М. Перспективи використання відходів медичного скла як вторинної сировини. *Теоретичні та практичні дослідження молодих вчених* : матеріали XII міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 17–20 квіт. 2018 р. Харків : НТУ«ХП», 2018. С. 8–9.

13. Самойленко Н. М., Баранова А. О. Використання фармацевтичних відходів зі скла у виробництві керамічної плитки.

Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування : матеріали V міжнар. конгресу., м. Львів, 26–29 верес. 2018 р. Львів, 2018. С. 139.

14. Самойленко Н. М., Баранова А. О. Розробка складу ангобу з додаванням фармацевтичних відходів зі скла. *Екологія. Людина. Суспільство* : матеріали XX міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 23 трав. 2019 р. Київ : НТУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2019. С. 79–80.

15. Самойленко Н. М., Баранова А. О., Аверченко В. І., Байрачний В. Б. Природно-ресурсні та екологічні аспекти видобутку сировини для виробництва керамічної плитки в Україні. *Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я* : матеріали XXVI міжнар. наук.-практ. конф., м. Харків, 15-17 трав. 2019 р. Харків : НТУ «ХПІ», 2019. С. 53.

16. Баранова А. О. Фармацевтичні відходи зі скла як джерело забруднення навколишнього середовища. *Актуальні проблеми науково-промислового комплексу регіонів* : матеріали VI всеукр. наук.-практ. конф., м. Рубіжне, 13–17 квіт. 2020 р. Рубіжне, 2020. С. 55.

SUMMARY

Baranova A. O. Prevention of the negative environmental impact of pharmaceutical glass waste. – Qualifying scientific work as a manuscript.

Thesis for the degree of Doctor of Philosophy in specialty 101 "Ecology" (10 – Natural Sciences) – National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv, 2021.

The work was carried out at the Department of Chemical Engineering and Industrial Ecology of the National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute" of the Ministry of Education and Science of Ukraine.

The object of the research is environmental pollution by pharmaceutical glass waste.

The subject of the research is the processes and means of preventing the ingress of pharmaceutical waste from glass into the environment through their disposal and an effective waste management system.

The dissertation research is devoted to the prevention of the negative impact on the environment of pharmaceutical waste from glass, contaminated with pharmaceutical substances, through their environmentally friendly processing in ceramic production and increasing the efficiency of handling resource-valuable waste. Considered and analyzed the world experience on the peculiarities of handling medical (pharmaceutical) waste, including the generation and methods of waste disposal, as well as the behavior with pharmaceutical glass waste (PGW) during the COVID–19 pandemic, which has led to a sharp increase in the PGW formation.

In the introduction, the choice of the research topic and the relevance of the dissertation work are substantiated, the goal and objectives are formulated, the object, subject and methods of research are determined, the connection

between work with scientific topics is shown, scientific novelty is provided and the practical significance of the results obtained is formulated.

The first section is devoted to a comprehensive analysis of the problem of environmental pollution by pharmaceutical glass waste and ways to prevent their negative impact on the environment. The problems of pharmaceutical waste management in Ukraine and in the world are considered. The features of the adverse effect of pharmaceutical glass waste on the elements of the environment are characterized. The main sources of formation and volumes of accumulation of such wastes are considered. The national and international regulatory frameworks in the field of pharmaceutical waste management are analyzed. Based on the analysis, the research objectives and the ways to achieve them are formulated.

The second section describes materials, methods and devices for conducting experimental research. Engobe slips were prepared by wet grinding of components in laboratory ball mills and applied to pressed and dried tiles by irrigation. The chemical characteristics of the waste glass ampoules and basic engobe frits prepared for the experiment were determined by X-ray spectrometry. The study of the characteristics of fusibility was carried out by the thermomicroscopic method. The temperature coefficient of linear expansion of glass ampoule waste was determined using a DIL402 RS dilatometer.

The third section analyzes the environmental and technical prerequisites for the PGW utilization in the production of ceramic tiles. The ecological feasibility and technical feasibility of the rational use of PGW as a secondary resource, which makes it possible to reduce the use of mineral resources in the technology of production of porcelain stoneware, have been determined. A basic technological scheme for the preparation of waste for their use as a raw component in the composition of an engobe charge is proposed. A reverse

system for the use of rinsing water has been developed, which allows cleaning waste from mechanical impurities, effectively neutralizing the remains of pharmaceutical substances and contributes to an environmentally safe and rational process of PGW utilization.

The fourth section is devoted to the experimental part on the development of an engobe charge composition for glazed porcelain stoneware with the addition of pharmaceutical glass waste.

After completing this section, the following results were obtained:

– it was found that PGW, which are a mixture of various brands of medical glass, in terms of chemical composition, belong to the boron-containing oxide system, which is the basis for the glass matrix of Ukrainian glass frits, but differ from them by a high content of SiO_2 . Comparison of the PGW melt viscosity at the firing temperature of porcelain stoneware and the valuable frit selected for research determined the impossibility of completely replacing the frit with waste in the composition of the engobe. The thermomicroscopic and dilatometric characteristics of the PGW and frits were determined; they showed approximate values: the temperature indicators of fusibility differed by 50–100 °C, and the temperature coefficient of linear expansion – by $1.64 \cdot 10^{-6} \text{ deg}^{-1}$. The established chemical and physical properties of PGW make it possible to recommend waste as fluxing components of engobes;

– the engobe composition with the addition of FOS for glazed porcelain stoneware has been developed, which allows to introduce 30% of the mass into the charge and reduce the amount of natural raw materials, valuable engobe frit and thinner. The resulting engobe ceramic tile for a firing temperature of 1185 °C with a water absorption of 0.3–0.4% and a flexural strength of 52 – 54 MPa meets the requirements of the standard for high-strength tiles such as porcelain stoneware. The engobe coating is characterized by high whiteness (75.8%),

which allows obtaining accent colors of the glazed surface. It has been determined that, in comparison with the basic composition of engobe, the proposed charge reduces the amount of engobe frits by 10%, Vesco–Prima clay and alumina by 1%, quartz sand by 23% and sodium tripolyphosphate by 0.15%.

In the fifth section, the following results are obtained:

– directions for increasing the efficiency of the pharmaceutical waste management system in Ukraine are proposed, which, among other things, include PGW and other resource-valuable waste of medicines;

– based on the analysis of statistical information on the example of the PGW formation during the period of COVID–19 incidence, a model of waste generation in hospitals in Ukraine is developed, which is recommended for planning and optimizing the implementation of the PGS environmental management;

– theoretical and applied results of thesis were used in the educational process of the Department of Chemical Engineering and Ecology of NTU "KhPI" for teaching students of specialty 101 "Ecology".

– an agreement on scientific and creative cooperation was concluded with TSK Recycling Group LLC.

Keywords: environmental pollution, pharmaceutical glass waste, ceramic tiles, engobe, environmental safety, waste management.

LIST OF THE APPLICANT'S PUBLICATIONS

Scientific works in which the main scientific results of the dissertation are published:

1. Samoilenko N. M., Baranova A. O. Farmatsevychni vidkhody zi skla ta yikh resursna baza v Ukraini. *Visnyk NTU «KhPI». Novi rishennia v suchasnykh tekhnolohiiakh*. 2017. № 23 (1245). S. 170–175.
2. Samoilenko N. N., Yermakovykh 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. Vol. 5, No 10 (89). P. 39–45.
3. Samoilenko N. M., Shchukina L. P., Baranova A. O. Vykorystannia vtorynnoho resursnoho potentsialu farmatsevychnykh vidkhodiv zi skla u vyrobnytstvi keramichnoi plytky. *Visnyk NTU «KhPI». Novi rishennia v suchasnykh tekhnolohiiakh*. 2018. № 26 (1302), t. 2. S. 93–99.
4. Samoilenko N. M., Yermakovykh I. A., Baranova A. O. Pidhotovka farmatsevychnykh vidkhodiv zi skla do utylizatsii u vyrobnytstvi keramichnoi plytky. *Ekolohichni nauky*. 2019. №25(2). S. 199–202.
5. Samoilenko N., Shchukina L., Baranova A. Development of engobe composition with the use of pharmaceutical glass waste for glazed ceramic granite. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 4, No 10 (100). P. 6–12.
6. Baranova A., Samoilenko N., Pitak I. Forecasting of formation of pharmaceutical glass waste taking into account the COVID–19 database. *Science Rise*. 2020. № 4(69). P. 46–52.
7. Samoilenko N. M., Baranova A. O. Osoblyvosti povodzhennia z farmatsevychnymy vidkhodamy zi skla, shcho pidliahaiut utylizatsii. *Soliloquium-journal*. 2021. № 3(90). R. 11–13.

Published works of approbation nature:

8. Baranova A. O., Samoilenko N. M., Yermakovych I. A. Povodzhennia z medychnymy vidkhodamy v Ukraini : materialy KhI mizhnar. konf. mahistrantiv ta aspirantiv, m. Kharkiv, 18–21 kvit. 2017r. Kharkiv : NTU «KhPI», 2017. S. 6–7.

9. Samoilenko N. M., Baranova A. O., Yermakovych I. A. Utvorennia farmatsevychnykh vidkhodiv u misti Kharkovi. Informatsiini tekhnolohii: nauka, tekhnika, tekhnolohiia, osvita, zdorovia : materialy XXV mizhnar. nauk.-prakt. konf., m. Kharkiv, 17–19 trav. 2017 r. Kharkiv : NTU «KhPI», 2017. S. 56.

10. Samoilenko N. M., Baranova A. O., Yermakovych I. A. Zmshennia nehatyvnoho vplyvu na vodni obiekty farmatsevychnykh vidkhodiv zi skla. Vodopostachannia ta vodovidvedennia: proektuvannia, budova ekspluatatsiia, monitorynh : materialy mizhnar. nauk.-prakt konf., m. Lviv, 18-20 zhovt. 2017 r. Lviv : Natsionalnyi universytet «Lvivska politekhnika», 2017. S. 99–100.

11. Samoilenko N. M., Baranova A. O. Perspektyvy vykorystannia farmatsevychnykh vidkhodiv zi skla v tekhnolohii vyrobnytstva keramichnoi plytky Informatsiini tekhnolohii: nauka, tekhnika, tekhnolohiia, osvita, zdorovia : tezy dop. KhXVI mizhnar. naukovoprakt. konf., 16–18 trav. 2018 r. Kharkiv : NTU «KhPI», 2018. S.44.

12. Baranova A. O., Samoilenko N. M. Perspektyvy vykorystannia vidkhodiv medychnoho skla yak vtorynnoi syrovyny. Teoretychni ta praktychni doslidzhennia molodykh vchenykh : materialy KhII mizhnar. nauk.-prakt. konf., m. Kharkiv, 17–20 kvit. 2018 r. Kharkiv : NTU«KhPI», 2018. S. 8–9.

13. Samoilenko N. M., Baranova A. O. Vykorystannia farmatsevychnykh vidkhodiv zi skla u vyrobnytstvi keramichnoi plytky.

Zakhyst navkolyshnoho seredovyscha. Enerhooshchadnist. Zbalansovane pryrodokorystuvannia : materialy V mizhnar. konhresu., m. Lviv, 26–29 veres. 2018 r. Lviv, 2018. S. 139.

14. Samoilenko N. M., Baranova A. O. Rozrobka skladu anhobu z dodavanniam farmatsevtychnykh vidkhodiv zi skla. Ekolohiia. Liudyna. Suspilstvo : materialy KhKh mizhnar. nauk.-prakt. konf., m. Kyiv, 23 trav. 2019 r. Kyiv : NTU «KPI im. Ihoria Sikorskoho», 2019. S. 79–80.

15. Samoilenko N. M., Baranova A. O., Averchenko V. I., Bairachnyi V. B. Pryrodno-resursni ta ekolohichni aspekty vydobutku syrovyny dlia vyrobnytstva keramichnoi plytky v Ukraini. Informatsiini tekhnolohii: nauka, tekhnika, tekhnolohiia, osvita, zdorovia : materialy XXVI mizhnar. nauk.-prakt. konf., m. Kharkiv, 15-17 trav. 2019 r. Kharkiv : NTU «KhPI», 2019. S. 53.

16. Baranova A. O. Farmatsevtychni vidkhody zi skla yak dzherelo zabrudnennia navkolyshnoho seredovyscha. Aktualni problemy naukovopromyslovoho kompleksu rehioniv : materialy VI vseukr. nauk.-prakt. konf., m. Rubizhne, 13–17 kvit. 2020 r. Rubizhne, 2020. S. 55.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ ТА СКОРОЧЕНЬ..	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 ЕКОЛОГІЧНА НЕБЕЗПЕКА ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ВІДХОДІВ ЗІ СКЛА ДЛЯ ДОВКІЛЛЯ ТА ПРАВОВА БАЗА ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ.....	12
1.1 Екологічна небезпека фармацевтичних відходів зі скла для навколишнього середовища.....	12
1.1.1 Загальна характеристика загострення проблеми поводження з фармацевтичними відходами у теперішній час.....	12
1.2 Основні джерела утворення та накопичення фармацевтичних відходів зі скла.....	22
1.3 Національне та міжнародне регулювання поведження з медичними відходами.....	27
1.4 Постановка задачі дослідження.....	34
РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	35
2.1 Об'єкти експериментальних досліджень.....	35
2.2 Методи, матеріали та обладнання для проведення експериментальних досліджень.....	35
2.2.1 Методи експериментальних досліджень.....	35
2.2.2 Матеріали та їх підготовка до експериментальних досліджень.....	36
2.2.2.1 Відходи скляних ампул.....	36
2.2.2.2 Інші матеріали.....	36
2.2.2.3 Методика підготовки відходів скляних ампул до експериментальних досліджень.....	38
2.2.2.4 Підготовка керамічних плиток та ангобу.....	38
2.2.3 Інструментальні дослідження.....	40
2.2.3.1 Визначення хімічного складу матеріалів.....	40

2.2.3.2	Характеристики плавкості та температурного коефіцієнту лінійного розширення відходів.....	42
2.3	Висновки до розділу 2.....	44
РОЗДІЛ 3	РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ВІДХОДІВ ЗІ СКЛА ТА ПОПЕРЕДЖЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ.....	45
3.1	Екологічні та технічні передумови утилізації фармацевтичних відходів зі скла у виробництві керамічної плитки.....	45
3.1.1	Ресурсний потенціал сировини для виробництва керамічної плитки в Україні.....	45
3.1.2	Техніко-екологічна оцінка доцільності використання фармацевтичних відходів зі скла як ресурсоцінної вторинної сировини у виробництві керамічної плитки.....	49
3.2	Принципова схема підготовки фармацевтичних відходів зі скла до використання як вторинної ресурсної сировини у виробництві керамічної плитки.....	52
3.3	Висновки до розділу 3.....	57
РОЗДІЛ 4	РОЗРОБКА ШИХТОВОГО СКЛАДУ АНГОБУ ДЛЯ ГЛАЗУРОВАНОГО КЕРАМОГРАНІТУ З ДОДАВАННЯМ ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ВІДХОДІВ ЗІ СКЛА.....	58
4.1	Аналіз фізичних і хімічних властивостей відходів та класичних шихтових матеріалів для отримання ангобного покриття.....	58
4.2	Розробка складу ангобу для глазурованого керамограніту з додаванням фармацевтичних відходів зі скла.....	66
4.3	Визначення якості ангобу та експлуатаційних характеристик плитки з ангобним покриттям.....	71

4.4	Виявлення закономірностей властивостей ангобу і технічних характеристик плитки та вмісту фармацевтичних відходів зі скла у шихті.....	74
4.5	Обговорення результатів дослідження по розробці шихтового складу ангобу для глазурованого керамограніту з використанням фармацевтичних відходів зі скла.....	77
4.6	Висновки до розділу 4.....	79
РОЗДІЛ 5	ЗАПОБІГАННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ВІДХОДІВ ЗІ СКЛА НА ДОВКІЛЛЯ ШЛЯХОМ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ФАРМАЦЕВТИЧНИМИ ВІДХОДАМИ.....	81
5.1	Система поводження з ресурсоцінними фармацевтичними відходами.....	81
5.1.1	Сучасний стан поводження з фармацевтичними відходами.....	81
5.1.2	Особливості поводження з фармацевтичними відходами зі скла.....	84
5.2	Моделювання динаміки утворення фармацевтичних відходів зі скла (на прикладі пандемії COVID–19 в Україні).....	88
5.3	Рекомендації щодо підвищення ефективності системи поводження з ресурсоцінними та іншими фармацевтичними відходами.....	97
5.4	Висновки до розділу 5.....	100
	ВИСНОВКИ.....	102
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	104
	ДОДАТКИ.....	117