

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології  
кафедра технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТР**

на тему:

«Технології захисту навколишнього середовища при експлуатації  
промислового об'єкта»

Собченко Андрій Леонідович

Київ 2023 р.

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології  
кафедра технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри ТЗНСтаОП

\_\_\_\_\_ Т.М. Ткаченко

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2023 року

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

**ДО АТЕСТАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО РІВНЯ МАГІСТР**

**«Технології захисту навколишнього середовища при експлуатації  
промислового об'єкта»**

Виконав студент групи зТЗНСм-21

Собченко Андрій Леонідович

Спеціальність: 183«Технології захисту навколишнього середовища»

Керівник: к.т.н., доц. Клімова І.В.

Рецензент: \_\_\_\_\_

Київ 2023 р

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інженерних систем та екології  
Кафедра технологій захисту навколишнього середовища та охорони праці  
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр  
Спеціальність: 183«Технології захисту навколишнього середовища»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри ТЗНС та ОП

\_\_\_\_\_ Т.М. Ткаченко

„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2023 року

**ЗАВДАННЯ**

**на дипломну роботу студенту**

- 1.Тема роботи Технології захисту навколишнього середовища при експлуатації промислового об'єкта  
керівник роботи: к.т.н., доц. Клімова І.В.  
затверджена наказом вищого навчального закладу від «\_\_\_» \_\_\_\_\_  
202\_\_ р. № \_\_\_\_\_
- 2.Строк подання студентом роботи «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р.
- 3.Вихідні дані до роботи а) дані надані підприємством
- 4.Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Огляд джерел науково-технічної інформації виробництва побутових мийних засобів за принципами зеленої хімії. Характеристика об'єкта дослідження та вибір методики дослідження. Характеристика фізико-географічного середовища розташування підприємства. Експериментальні дослідження технологій виробництва побутових мийних засобів за принципами зеленої хімії. Проблеми хімічних відходів при виробництві мюючих засобів. Охорона праці на підприємстві. Висновки. Список використаної літератури
5. Перелік графічного матеріалу а) Таблиці; б) Рисунки; в) Схеми.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ п/п	Назва етапів випускної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Огляд джерел науково-технічної інформації виробництва побутових мийних засобів за принципами зеленої хімії.	березень	виконано
2	Характеристика об'єкта дослідження та вибір методики дослідження.	березень	виконано
3	Характеристика фізико-географічного середовища розташування підприємства.	квітень	виконано
4	Експериментальні дослідження технологій виробництва побутових мийних засобів за принципами зеленої хімії.	травень	виконано
5	Проблеми хімічних відходів при виробництві миючих засобів	травень	виконано
6	Охорона праці на підприємстві	травень	виконано
7	Висновки	червень	виконано
8	Список використаної літератури	вересень	виконано
9	Остаточне оформлення роботи	жовтень	виконано
10	Направлення роботи на рецензування, перевірку на плагіат	листопад	виконано
11	Попередній захист роботи на кафедрі	листопад	виконано

#### 7. Консультанти розділів атестаційної випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		Дата	Підпис
Розділ 1.			
Розділ 2.			
Розділ 3.			
Розділ 4.			
Розділ 5.			
Розділ 6.			

8. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Зав. кафедри

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## Анотація

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, 6 розділів, висновків, переліку використаної літератури та посилань. Робота містить 15 рисунків та 20 таблиць. Загальний обсяг магістерської роботи – 124 сторінки.

Побутової мийні засоби – це широкий асортимент продукції догляду за виробами, поверхнями (меблі, стіни, підлога тощо) у побутових умовах і на підприємствах, установах, організаціях, які мають високу ефективність дії та доступність для споживачів.

Однак серед численних переваг використання побутових мийних засобів також є і недоліки. Одним з них, безсумнівно, є негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей. У зв'язку з наростаючими кліматичними змінами споживачі стали все частіше звертати увагу на вплив щоденних дій на навколишнє середовище. Одним з них є прання виробів, для якої найчастіше використовуються хімічні речовини. Альтернативою таких препаратів можуть стати мийні засоби, виготовлені на основі натуральної сировини з високим ступенем біорозкладу.

*Ключові слова: мючі засоби, екологічна безпека, зелена хімія, зімічні відходи*

## ЗМІСТ

Вступ .....	10
Розділ 1. Огляд джерел науково-технічної інформації виробництва побутових мийних засобів за принципами зеленої хімії...	13
1.1. Сучасні тенденції виробництва побутових мийних засобів.....	13
1.2. Основні технології виробництва побутових мийних засобів.....	21
1.3. Переваги впровадження принципів зеленої хімії у виробництві мийних засобів побутового призначення.....	28
Розділ 2. Характеристика об'єкта дослідження та вибір методики дослідження.....	37
2.1. Характеристика підприємства та об'єктів дослідження.....	37
2.2. Методи та методики визначення показників ефективності дії побутових мийних засобів за принципами зеленої хімії	39
2.2.1. Метод визначення концентрації водневих іонів рН.....	39
2.2.2. Визначення піноутворювальної здатності мийних засобів методом Росса-Майлса.....	40
2.2.3. Методика визначення масової частки пилу в порошкоподібних мийних засобах .....	43
2.3. Визначення мийної дії дослідних зразків побутових мийних засобів.....	45
2.4. Лабораторне визначення стійкості зразків тканин до стирання.....	46
2.5. Оцінка токсичності побутових мийних засобів методом біотестування.....	48
2.6. Кореляційно-регресійний аналіз експериментальних даних	49
2.7. Технологічна схема виготовлення побутових мийних засобів.....	50

Розділ 3.	Характеристика фізико-географічного середовища розташування підприємства.....	57
3.1.	Фізико-географічне розташування.....	57
3.2.	Клімат та мікроклімат.....	61
3.3.	Характеристика геологічного середовища .....	73
Розділ 4.	Експериментальні дослідження технологій виробництва побутових мийних засобів за принципами зеленої хімії .....	79
4.1.	Теоретичні засади впровадження принципів зеленої хімії у виробництві побутових мийних засобів .....	79
4.2.	Впровадження принципів зеленої хімії при виборі складових компонентів в процесі виробництва побутових мийних засобів .....	86
4.3.	Оцінка відповідності побутових мийних засобів, які використовують в Україні .....	98
4.4.	Експериментальні дослідження показників ефективності дії побутових мийних засобів за принципами зеленої хімії .....	103
4.5.	Аналіз мийної дії дослідних зразків побутових мийних засобів .....	107
4.6.	Дослідження стійкості зразків тканин до стирання .....	108
4.7.	Токсикологічна оцінка впливу побутових мийних засобів на живі організми .....	110
Розділ 5	Проблеми хімічних відходів при виробництві миючих засобів .....	112
Розділ 6	Охорона праці на підприємстві.....	116
	Висновки .....	120
	Список використаної літератури .....	122

## Вступ

Побутової мийні засоби – це широкий асортимент продукції догляду за виробами, поверхнями (меблі, стіни, підлога тощо) у побутових умовах і на підприємствах, установах, організаціях, які мають високу ефективність дії та доступність для споживачів [1, 2].

Однак серед численних переваг використання побутових мийних засобів також є і недоліки. Одним з них, безсумнівно, є негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей. У зв'язку з наростаючими кліматичними змінами споживачі стали все частіше звертати увагу на вплив щоденних дій на навколишнє середовище. Одним з них є прання виробів, для якої найчастіше використовуються хімічні речовини. Альтернативою таких препаратів можуть стати мийні засоби, виготовлені на основі натуральної сировини з високим ступенем біорозкладу [3].

Технологія видалення забруднень з текстильних виробів має довгу історію. Початок професійним технологіям прання поклала німецька компанія Henkel, яка у 1876 році створила пральний порошок на основі силікату натрію [4].

Основною перевагою даного прального порошку був продаж в зручній упаковці, оскільки раніше засоби для прання продавалися на вагу. Наступне досягнення відбулося в 1907 році, коли з'явився перший пральний порошок для прання в автоматичних пральних машинах – Persil. З того часу відбувся значний розвиток виробництва засобів для прання. Побутові мийні засоби стали набагато ефективнішими. На жаль, побічним ефектом розвитку індустрії побутових мийних засобів є негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людей. Саме тому в сучасних умовах, необхідним є впровадження екологічних та безпечних побутових мийних засобів [5, 6].

Хімічна промисловість однією з перших серед різних галузей світової економіки починає розвиток технологій, заснованих на пошуку надійних і безпечних принципів сталого розвитку [7, 8]

Виробники побутових мийних засобів впроваджують заходи використання сучасних екологічних програм, впровадження чистих і безпечних технологій, а також сертифікованої продукції. Це непросте завдання, оскільки це вимагає значних інвестиційних витрат, пов'язаних з розробкою інноваційних технологій, модернізацією виробничої інфраструктури або встановленням новітнього устаткування. Необхідним є впровадження і застосування національних і міжнародних стандартів, систем управління, а також адаптація виробництва і технологій до ряду правових норм [9, 10].

Сьогодні важко уявити виробництво сучасних побутових мийних засобів без ефективної стратегії, що враховує екологічні аспекти роботи. Вона є важливим елементом у технологіях виробництва побутових мийних засобів, де експлуатаційні та проектні заходи проводяться з урахуванням аспектів, пов'язаних з дослідженням природного середовища. Це дозволяє збалансувати екологічні, економічні, соціальні чинники та дотримання світових стандартів, які використовуються у технологіях виробництва побутових мийних засобів.

Тому *метою* кваліфікаційної роботи є дослідження технологій виробництва побутових мийних засобів за принципами зеленої хімії.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі *завдання*:

- дослідити сучасні тенденції виробництва побутових мийних засобів за принципами зеленої хімії та їх вплив на довкілля;
- проаналізувати теоретичні й експериментальні методи досліджень для перевірки функціональної та екологічної безпеки побутових мийних засобів.

*Об'єкт дослідження* – технології виробництва побутових мийних засобів.

*Предмет* – дослідження: побутові мийні засоби за принципами зеленої хімії.

**Наукова новизна** результатів дослідження полягає у науково обґрунтованому аналізі технологій виробництва побутових мийних засобів за принципами зеленої хімії і створені концепції комплексного впливу параметрів хіміко-технологічних процесів виробництва побутових мийних засобів на їх властивості.

**Практична цінність результатів дослідження** – визначено кількісні і якісні показники ефективності дії побутових мийних засобів за принципами зеленої хімії, що дозволяє покращити якість видалення забруднень з текстильних виробів та екологічну безпеку технологій виробництва побутових мийних засобів.

Таким чином в сучасних умовах підвищення інформованості і відповідальності промисловості за навколишнє середовище і зміни клімату, акцент впровадження принципів зеленої хімії, екологічності у технологіях виробництва побутових мийних засобів набуває першочергового соціально-економічного значення

## Розділ 1.

### Огляд джерел науково-технічної інформації виробництва побутових мийних засобів за принципами зеленої хімії

#### 1.1. Сучасні тенденції виробництва побутових мийних засобів

Побутові мийні засоби (сухі, рідкі, концентровані, суміші для чищення сантехніки, засоби для виведення плям та інші) користуються попитом в життєдіяльності сучасної людини на одному рівні з продуктами, одягом, предметами інтер'єру.

Виробництво побутових мийних засобів, представлених на ринку України, є дуже різноманітним, але хімічний склад їх доволі однотипний – переважну частку становлять мийні засоби на основі ПАР [1, 2]. Потреба для виробництва мийних засобів задовольняється з Китаю, Польщі, Німеччини, Туреччини та інших країн. Головним постачальником ПАР є деякі азійські країни, такі як Корея, Китай, Тайвань, незначні обсяги припадають на Німеччину.

В Україні склалась унікальна ситуація щодо випуску синтетичних мийних засобів: високе мито на ввезення готової продукції і низьке – на ввезення сировини для їх виробництва. Провідні позиції щодо обсягу виробництва побутових мийних засобів займає компанія Procter & Gamble (близько 23 %).

Компанія виготовляє дешеві пральні порошки (Gala, Tide), а також туалетне мило (Shandy, Safeguard і Camay). Слідом за лідером йде компанія Henkel (США – ЄС). Через «Henkel – Україна» з ЄС і СНД експортується широкий спектр продукції під відомими марками Persil, Rex, Perwoll, Pur, Bref, Silan, Losk. На думку експертів, Henkel займає близько 15 % ринку побутової хімії. Проте в масштабах діяльності компанії, світовий об'єм

продажів якої складає 17 млрд. доларів, Україна займає не таке важливе місце, як для Procter&Gamble. Частка ринку інших компаній зарубіжних виробників, є незначною: вони поділяють між собою (залежно від регіону) від 5 до 15 % українського ринку. Це, наприклад, відомі торгівельні марки від британської Unilever (Domestos, Cif), ізраїльської SanoBrunos (понад 15 видів мийних засобів, дезинфекторів Optima), німецької Werner&mertz (пральні і мийні засоби, вибілювачі, Frosch, Emsal). Вітчизняні торгівельні марки складають лише від 1 до 4 % ринку. В Україні виготовляють менше половини необхідної кількості побутових мийних засобів, при тому що рівень споживання залишається одним із найвищих у Європі. З 2015 року споживання побутових мийних засобів в Україні сягнуло 7,5 кг на одну людину на рік, включно з 4,9 кг порошкоподібних, 0,3 кг рідких мийних засобів і 2,3 кг мила.

Базова класифікація засобів побутової хімії містить [11] універсальні засоби; препарати для миття посуду; дезінфікуючі рідини для санвузлів і кухонь; порошки та гелі для прання; речовини для очищення підлог; засоби для чищення дзеркал; засоби, що допомагають боротися зі шкідниками; препарати для видалення забруднень з текстильних виробів.

Застосування сучасних мийних засобів значно зменшує зусилля споживачів і скорочує час, який витрачається на прибирання будинків, квартир, автомобілів, офісних приміщень. Рідкі, пастоподібні і порошкоподібні речовини складаються з ефективних компонентів, які швидко усувають плями різного походження, при цьому не псують зовнішній вигляд меблів, одягу, різних предметів побуту. За призначенням розрізняють мийні побутові засоби [2, 11]:

- для прання виробів з бавовняної і лляних тканин, шовку, вовни, штучних і синтетичних волокон;
- універсальні;
- для замочування білизни;
- господарсько-побутових потреб;

- спеціального призначення.

Крім того побутові мийні засоби класифікують за агрегатним станом: тверді; рідкі; порошкові; гранульовані; пастоподібні.

Найвища концентрація активних речовин в порошкоподібних засобах. Для їх фасування використовується проста упаковка, що сприяє низькій вартості засобу. Таблетовані мийні засоби не випускаються в Україні і не користуються попитом у споживачів через високу вартість.

Мило – це солі вищих карбонових кислот з включенням лужних або лужноземельних металів. Колір, щільність та інші особливості мила залежать від рецептури і технології виготовлення [2, 13]. Технологічна лінія устаткування при виробництві мила складається з чану для змішування основи і добавок, лінія нагріву, фасування, пакування.

При виготовленні рідкого мила необхідне застосування іонів калію. Ці катіони металу перешкоджають загусанню мила, сприяють нормалізації консистенції протягом усього терміну придатності, запобігають розшаруванню.

Катіони калію використовуються для виробництва рідкого і м'якого мила, а для виробництва кускового мила використовують натрій гідроксид або іони літію, що так само є солями карбонової кислоти. Базові хімічні формули мила наведено в таблиці 1.1.

За вмістом жирних кислот (у відсотковому співвідношенні до загального обсягу) у мильній основі мила поділяються на категорії:

- ядрове –  $\geq 60$  %;
- клейове –  $\leq 47$  %;
- півядрове – 30 %.

Кількість жирних кислот – це той фактор, який визначає коефіцієнт прозорості мильної основи. Прозорим, мармуровим мило стає при взаємодії жирних кислот з певними кількостями каніфолі, нафтонових кислот, сорбітолу, кухонної солі, барвників, згущувачів, ароматизаторів,

піноутворювачів, консервантів та інших засобів для поліпшення якості мила, надання йому особливих характеристик.

Таблиця 1.1

### Базовий хімічний склад мила

Мило	Хімічна формула
Натрію лаурат	$C_{11}H_{23}COONa$
Натрію пальмітат	$C_{15}H_{31}COONa$
Калію пальмітат	$C_{15}H_{31}COOK$
Натрію стеарат	$C_{17}H_{35}COONa$
Калію стеарат	$C_{17}H_{35}COOK$
Натрію олеат	$C_{17}H_{33}COONa$
Калію олеат	$C_{17}H_{33}COOK$

Існує декілька базових хімічних складів, які використовують у виробництві мила, що базуються на взаємодії жирів та олій з лугом. У рецептурах виробники коригують склад компонентів, залежно від призначення та технологій виробництва. Інгредієнти основи туалетного мила [2, 13]:

- вода;
- олеїнова кислота;
- нафтонові кислоти;
- стеаринова;
- пальмітинова;
- каніфоль;
- натрію або калію гідроксид.

Для виготовлення господарського мила використовують: стеаринову кислоту; натрій гідроксид; каніфоль; воду; в окремих випадках кокосову олію.

При виготовленні мила, як відбілюючого або плямовивідного додаються відбілювачі або сода відповідною.

У туалетному милі для м'якості, гарного утворення піни, відсутності сухості шкіри має бути не менше 72 % жирних кислот. Спеціальне мило відрізняється обов'язковою присутністю у складі технічних добавок, які відповідають потребам галузі, для якої воно виготовляється. Господарське має яскраво виражену лужну основу, запах якої не маскується ароматами.

При виготовленні певної марки мила використовуються відповідні барвники та ароматизатори, від якості яких безпосередньо залежить собівартість продукції та безпека її застосування.

Багатокомпонентні засоби для прання діляться на кілька категорій за складом, що багато в чому залежить від призначення та умов використання. Найбільш відрізняється за складом від решти продукції є порошок на основі мила [5, 6]. Він відноситься до розряду гіпоалергенних засобів, побутових мийних засобів для прання речей немовлят.

У складі інших порошоків побутового призначення використовуються більш агресивні компоненти. Рецептатура кожного порошку побутового призначення варіюється відповідно до технологій його застосування: універсальний; автомат для машинного прання; для ручного прання; для сильно забруднених виробів; делікатний догляд за тонкими тканинами; дезінфікуючий; для видалення плям; для кольорових виробів; відбілюючі; дитячі; для жорсткої води; для холодної води.

В основному до складу порошку додають спеціалізовані добавки, які можна поділити на 7 груп:

- ПАР (поверхнево-активні іоногенні і неіоногенні речовини), мило;
- фосфати, сульфати – нормалізатори жорсткості води;
- оптичні відбілювачі – пероксиди, хлор;
- антиресорбенти – антикорозійні речовини;
- ензими, амілази, ліполази, протеази;
- електроліти і комплексоутворювачі;
- ароматизатори, віддушки, фталати – вони надають приємну свіжість білизни, маскують хімічні запахи.

Консерванти, антиоксиданти, розчинники – допоміжна група, що збільшує термін придатності засобів, запобігають злежуванню, комкованню, розшаруванню рідких побутових мийних засобів.

Для антимікробної дії застосовують катіоноактивні ПАР та хлорвмісні сполуки [14, 15]. Дослідники припускають, що ПАР діють на мікроорганізми специфічно, мають низьку протимікробну активність. Кількість хлорвмісних сполук варіюється в межах 35 % від загального обсягу порошкової маси. Частіше використовуються похідні хлору, такі як хлорамін, цитілпіридиній хлорид, хлоргексидин, алкілди-метил бензил амоній хлорид.

Баластні речовини необхідні для здешевлення продукції. З їх допомогою концентрати доводять до консистенції зручною для побутового використання. Основне призначення ПАР у рецептурах побутових мийних засобів [3, 5, 6] полягає у видаленні забруднень, усунення запахів органічного походження (поту, продуктів життєдіяльності), знятті з тканин статичної електрики, нормалізації кислотно-лужного балансу води.

З урахуванням переваг та недоліків ПАР, впливом на бактерії, грибові збудники, здоров'я людини та довкілля, збалансовані добавки ПАР з високим ступенем біорозкладу безпечні, ніж агресивні хлорні та антистатичні добавки в чистому вигляді.

У більшості випадків ПАР, які застосовують у виробництві побутових мийних засобів це збалансовані багатокomпонентні склади конкретного призначення.

Незалежно від складу ПАР, до складу побутових мийних засобів вводять електроліти (натрію сульфат або гідрокарбонат) елементи, що підсилюють дію ПАР. Солі сульфатної кислоти – сульфати (натрію, амонію) використовують як наповнювачі та активатори з метою здешевлення вартості засобів. На якість видалення забруднень сульфати не впливають. Натрію сульфат, володіючи електролітичними властивостями, є активатором ПАР. В результаті хімічної взаємодії з позитивними іонами

натрію, що утворюються при контакті сульфату з водою, ПАР отримують здатність легше проникати в волокна. Амонію сульфат використовують рідко через його канцерогенну дію.

Фосфати, що містяться в пральних порошках, необхідні для пом'якшення води. Ця дія відбувається в результаті іонної зв'язку компонентів. При низькій жорсткості води ПАР легше проникають в волокна тканини. Однак в усьому світі впроваджуються заборони та обмеження щодо використання фосфатів у побутових мийних засобах [9, 10].

Альтернативою фосфатам є солі натрію – комплекси. Також для зниження масової частки фосфатів використовуються алюмосилікати натрію – цеоліти. З огляду на те що мийна дія цього компонента значно поступається фосфатам, то для ефективності дії побутових мийних засобів збільшується відсотковий вміст ПАР. При цьому загальна частка фосфатів, комплексонів, цеолітів становить до 40 % маси мийних засобів.

Антиресорбенти забезпечують найвищу якість видалення забруднень за рахунок того, що вони запобігають повторному осіданню бруду на волокна тканини. Найчастіше у виробництві побутових мийних засобів використовують карбометилцелюлозу або натрію силікат. Загальна частка антиресорбентів у побутових мийних засобах становить до 2 %.

Ензими це органічні речовини, що сприяють розщепленню білкових і жирових забруднень. Як правило, ензиматична композиція мийних побутових засобів складається з ферментів: амілази; ліполази; протеази. Масова частка ензимів від загальної ваги засобу становить до 2%.

Оптичні відбілювачі – це складні люмінесцентні барвники, які глибоко проникають у волокна. Глибоке проникнення оптичних відбілювачів сприяє поглинанню короткохвильового ультрафіолетового світла (жовтого кольору з білих тканин), відбиттю блакитного кольору. Для побутових мийних засобів використовують флуоресцентні відбілювальні похідні від кумарину, бензімідазолу, стильбену. Використовується ця

добавка, в кількості, що не перевищує 1% також у виробництві побутових мийних засобів для кольорових тканин. Особливість люмінесцентних барвників полягає в тому, що тканини після фарбування поверхні мають здатність відбивати світло, за рахунок чого тканина виглядає більш яскравою або білою. Фактично ці добавки створюють обман зору, і не беруть участь в очищенні тканин від забруднення.

Ефективними при видаленні забруднень з виробів в гарячій воді є пероксидні відбілювачі. Вони використовуються при виробництві універсальних мийних засобів, для машинного прання, для бавовняних тканин. Активність натрію перборату і перкарбонату найбільш ефективна при температурі води від 60 до 95°C. У лужному середовищі пероксиди окислюються, що сприяє руйнуванню часток бруду, дезінфекції. Вміст цих компонентів може досягати 30 %.

Використовуючи пероксиди в побутових мийних засобах для видалення забруднень при низькій температурі води, до складу необхідно вводити підсилювачі. Найбільш поширена добавка – це тетрацетилетилендіамін. Хімічна взаємодія між пероксидним відбілювачем і підсилювачем починається при 20°C.

Ароматизатори і фталати надають приємні аромати для виробів (морозна свіжість, альпійські луки, білі квіти, ароматерапія). Розрізняють штучні, натуральні, ідентичні натуральним ароматизатори. Для того щоб запах на виробі зберігався якомога довше, до складу побутових мийних засобів вводиться ефір фталевої кислоти – це фталат, що виходить в результаті реакції окислення нафталіну.

В сучасних умовах не всі речовини, що використовуються у виробництві побутових мийних засобів, вивчені повністю. До кінця не зрозуміло їх дію на організм людини та довкілля. До таких складових побутових мийних засобів, без яких можна обійтися, відносяться: антикорозійні речовини; антиоксиданти; гідротропи; консерванти; барвники; розчинники; хлор (у чистому вигляді); піногасники.

## 1.2. Основні технології виробництва побутових мийних засобів

З розвитком хімічної промисловості асортимент допоміжних речовин до побутових мийних засобів постійно зростає. Сучасні тенденції передбачають впровадження і використання мийних засобів з найменшою кількістю компонентів 15 на основі органічних складових з мінімізацією шкоди для здоров'я людини та довкілля.

При виборі обладнання для виробництва побутових мийних засобів використовують виробничі лінії для рідких або сухих препаратів.

Останнім часом найбільшим попитом користуються рідкі однорідні засоби для прання і прибирання, які не мають абразивних частинок. Це виробництво практично не завдає шкоди навколишньому середовищу, якщо цех має спеціальні фільтри з установкою, що нейтралізує хімічні леткі сполуки [5, 12].

При виробництві порошкоподібних мийних засобів необхідна менша кількість обладнання, що сприяє низькій вартості препаратів. Однак в процесі виробництва, відбувається сильне запилення, що потребує підвищеного санітарно-епідеміологічного контролю.

Брендові мийні засоби випускаються великими концернами, в їх вартість входять використання товарного знака, фірмової марки товару, що робить їх дорогими. Велика частина даного сегмента українського ринку наповнюється марками засобів, що випускаються великими закордонними концернами. Давно використовується практика випуску імпортованих брендів на вітчизняних виробничих лініях. При необхідності виготовлення якісних побутових мийних засобів, за порівняно низькими цінами, існує тенденція впровадження власної лінійки мийних засобів, залежно від вимог замовників.

Найпростішими видами побутових мийних засобів, з урахуванням технологій їх виробництва, це миловаріння і виробництво пральних порошкоподібних засобів з найменшою кількістю компонентів:

- ПАР;
- запашки;
- оптичний відбілювач.

Рентабельність такого виробництва приблизно на 40 % вище, ніж у цехів з випуску рідких мийних засобів. Собівартість технології виробництва рідких побутових мийних засобів вища, тара для їх зберігання дорожча. Основною перевагою зростання обсягів використання рідких мийних засобів побутового призначення є відсутність порошкового пилу на виробках, за рахунок відсутності сульфатів.

При виробництві асортименту побутових мийних засобів, необхідно враховувати виробничі потужності обладнання. Кілька різних засобів, що виготовляють на одному обладнанні, дають економію місця і засобів на оренду приміщення, відповідно.

Для монтажу виробничої лінії рідких мийних засобів необхідне приміщення площею не менше 500 м<sup>2</sup>. Для зберігання компонентів і готової продукції потрібно 2 склади. Окремо від складів, на ізольованій від цеху території повинні бути облаштовані: кімната відпочинку персоналу; медичний пункт; їдальня або буфет; підхід до санітарного вузла (туалету, душових кабінок) повинен бути не тільки з цеху, але і з території

В процесі виробництва побутових мийних засобів відбуваються хімічні реакції окислення, процеси випаровування летких сполук, запилення. Тому рекомендовано розташовувати виробництво далеко за межами житлових масивів.

Для збереження здоров'я працівників і запобігання утворенню вибухонебезпечних сполук необхідні потужні витяжки. Другим рівнем захисту є уловлювачі і фільтри, що відповідають вимогам СЕС. Існують особливі вимоги до облицювання стін і стелі виробничих приміщень.

Накопиченню пилу хімічних речовин на стінах протистоять кахель і пластик. Саме ці матеріали застосовуються в якості покриття для підлоги, стін і стель. Забруднення осідають на поверхні облицювання, не проникаючи всередину, що легко видаляється в процесі систематичної вологого прибирання.

Працівники виробничого цеху побутових мийних засобів повинні бути забезпечені одноразовими захисними комбінезонами з нетканого матеріалу, спеціальним взуттям, респіраторами чи іншими захисними засобами дихальних шляхів. Частота проходження обов'язкової медичної комісії (за рахунок 17 роботодавця) кожні півроку. Її результати фіксуються в особистих медичних книжках працівників.

Технологія виробництва порошкоподібних засобів побутової хімії складається з наступних етапів [13, 16]:

Підготовчий етап полягає в подрібненні інгредієнтів, щоб в кінцевому результаті вийшла однорідна маса. Для цього використовують колоїдний млин.

Основний етап полягає в змішуванні інгредієнтів з рівномірним розподілом активних речовин в масі; сушіння порошоків до певного стану. Фасування в пластикову тару, упаковка порошоків в картонні коробки, брекетування і обгортання папером або поліетиленом мила.

Сушка порошоків відбувається в камері, де потоком теплого повітря частинки піднімаються вгору і просушуються. Тиск повітря в камері 50 атмосфер, необхідна температура варіюється від 250 до 350 °С. Однак така технологія є застарілою, оскільки енерговитрати високі, відбувається запилення виробничого приміщення.

Для зниження запилення виробничого приміщення доцільніше застосовувати технологію кристалізації. В цьому випадку сушильну камеру замінюють низькотемпературні вежі.

При правильному підборі постачальників, закупівлі дорогого сушильного обладнання можна взагалі уникнути, змішуючи сухі компоненти порошку, у відповідності до складеної технологіями рецептури.

Найдорожча технологія виробництва порошкоподібних мийних засобів полягає в напиленні на готову суху основу з абразиву і аромату розчинених аніонних ПАВ.

Специфіка створення рентабельного виробництва побутових мийних засобів полягає в підборі універсальних ліній для створення мийних, пральних, засобів побутової хімії та засобів особистої гігієни людини. Типова лінія виробництва побутових мийних засобів наведена на рисунку 1.1.



Рис.1.1. Типова лінія виробництва побутових мийних засобів

Навіть при використанні однієї лінії для виготовлення різнопланового асортимента побутових мийних засобів. Необхідно наступне обладнання [16, 17]:

- універсальні змішувачі;
- вакуумні камери;
- гомогенізатори -ємності;
- дозатори; -ваги;
- міксери;

- насоси;
- накопичувачі;
- розподільні, фасувальні, пакувальні лінії.

Слід враховувати, що обсяг тари для фасування потребує встановлення декількох виробничих ліній. Їх кількість залежить від асортименту обсягів тари, обраної для зручності споживача.

Чим сучасніше обладнання, тим буде більшим вихід продукції. Однак, окупність виробництва багато в чому залежить від упаковки та маркетингової стратегії

Для відкриття виробництва побудових мийних засобів необхідно зареєструвати та краще вибрати форму звітності та управління ТОВ [9, 10]. З огляду на великі виробничі площі та необхідність закупівлі сировини у великих виробників, для яких передбачено нарахування ПДВ, форма оподаткування загальна, незважаючи на те, що належить підприємство до малого бізнесу. Додатковий бонус, при виборі загальної форми оподаткування, полягає в пошуку точок збуту. Дистриб'юторами можуть стати, як невеликі торгові точки з ліцензією на торгівлю побутовою хімією, так і великі торгові мережі. Основний маркетинговий хід, при продажах порошків – це акцент на їх ефективність і безпеку. При рекламі засобів особистої гігієни слід врахувати бажання споживачів до натуральних складових – відварів трав, насичених полікислот і ефірних олій. На упаковках краще не вказувати незрозумілих споживачам хімічних формул і специфічних назв. Вони, як правило, відлякують потенційних покупців.

З огляду на витрати на оренду приміщення, його ремонт або модернізацію старого виробництва, закупівлю сучасного обладнання та першої партії сировини (на місяць), оснащення складів, наймання персоналу, укладання договорів з транспортною компанією, необхідно від 2 до 5 мільйонів гривень для запуску заводу з виробничою площею в 550 м<sup>2</sup>. Чим складніше технологія, тим більше штат компанії. З огляду на консерватизм споживачів, які користуються засобами давно відомих марок,

розраховувати на швидкий стабільний дохід – це невиправдана самовпевненість. Ім'я необхідно заробити. Виходячи з цього, до фонду заробітної плати необхідно відкласти суму, відповідну піврічному окладу трудового колективу. Починати бізнес по франшизі простіше, тільки розвивати виробництво доведеться відповідно до правил статуту. Нестабільність внутрішньої економічної політики при роботі під патронатом може негативно позначитися на майбуття підприємства, особливо, якщо постачанням сировини буде займатися франчайзер. У договорі має бути прописана місцева валюта, а не долари або євро, що при черговому стрибку міжнародної валюти може призвести до банкрутства нового виробництва. Середній термін окупності виробництва побутових мийних засобів від 4 до 5 років [18, 19].

В усьому світі протягом 30 років впроваджують концепцію зеленої хімії. Зелена хімія – це розробка хімічних продуктів і процесів, які зменшують або виключають використання або виробництво небезпечних речовин. Концепція заснована на кількох ключових положеннях [20, 21]:

- запобігає забрудненню на молекулярному рівні;
- є філософію, яка поширюється на всі галузі хімічної інженерії;
- використовує інноваційні наукові рішення для розгляду реальних екологічних проблем;
- призводить до зменшення джерел забруднення і запобігає їх утворення в різних технологічних процесах.

З урахуванням перерахованих вище положень зеленої хімії основним світовим виробником побутових мийних засобів за концепцією зеленої хімії є міжнародна група компаній PCC [22]. Протягом багатьох років PCC Group встановлює стандарти в області ефективного планування виробничих процесів і використання сучасних технологій. Зіткнувшись з викликом, пов'язаних зі стійким виробництвом і споживанням [7, 8], одним з пріоритетів PCC Group, які пов'язані з розвитком асортименту продукції, є створення продукції відповідно до тренду зеленої хімії. В епоху підвищення

інформованості і відповідальності промисловості за навколишнє середовище і зміни клімату, акцент на зелене, екологічне виробництво, стає більш важливим, ніж коли-небудь раніше. PCC Group, беручи участь в зеленій трансформації світової хімічної промисловості, розробляє для споживачів новий сегмент продукції під назвою Greenline®. Така продукція відповідає потребам багатьох компаній, що працюють в різних галузях промисловості. PCC Group визначила ключові аспекти сталого виробництва хімічних продуктів на своїх підприємствах. Найважливішими з них є:

- скорочення промислових відходів;
- планування та впровадження виробничих процесів при максимальному зниженні кількості шкідливих речовин;
- розробка продуктів з урахуванням їх біорозкладу і викидів;
- використання сировини з відновлюваних джерел;
- обмеження використання розчинників та інших шкідливих речовин;
- використання енергозберігаючих технологій.

Великий і різноманітний асортимент продукції серії GREENLINE® дозволяє PCC Group займати лідируючі позиції і в категорії сталого виробництва. Поширеними ПАР, які входять до складу побутових мийних засобів за принципами зеленої хімії є:

- ROKAcet KO300G (PEG-7 Glyceryl Cocoate) – неіоногенна ПАР з найменуванням INCI: PEG-7 Glyceryl;
- ROKAmid KAD (Cocamide DEA) – неіоногенна ПАР з назвою INCI: Cocamide DEA; - ROSULfan®D (Sodium salt of decyl alcohol) – аніонна ПАР з групи алкілсульфатів, є натрієвої сіллю алкілсульфатів;
- EXOdet B – суміш неіонногенного ПАР типу алкоксильорованного спирту.

Створюючи екологічну, зелену хімію і просуваючи свої ідеї в хімічній промисловості, PCC Group реалізує і активно бере участь в ряді ініціатив і організацій в рамках корпоративної соціальної відповідальності. Зокрема,

Ecovadis, Responsible care, хімічний кластер, Zielona chemia, UN Global Compact, CDP.

### **1.3. Переваги впровадження принципів зеленої хімії у виробництві мийних засобів побутового призначення**

Основними перевагами при розробці побутових мийних засобів за принципами зеленої хімії є безпечне очищення, можливість рециклінгу і зниження навантаження на навколишнє середовище та здоров'я споживачів.

Більшість таких засобів мають надійне Екомаркування 1 ТИПУ, що означає перевірку продуктів на основі аналізу життєвого циклу і критичних стадій з точки зору впливу на природу і здоров'я людини: сировина, виробництво, упаковка, транспортування, зберігання, експлуатація, утилізація [9, 10]. Це сприяє високій якості, ефективності побутових мийних засобів та їх повній безпеці для людей, тварин і навколишнього середовища. А також забезпечує піклування про навколишнє середовище, соціальну і екологічну відповідальність. Приклади екологічного маркування побутових мийних засобів в світі наведено на рисунку 1.2.

Згідно з ISO 14024 екологічні твердження про переваги побутових мийних засобів можуть бути подані у формі:

- знаку екологічного маркування, що належить на законних правах органу з оцінки відповідності (під знаком екологічного маркування обов'язково має бути зазначений номер екологічного сертифіката);
- фраз, які вказують на певну екологічну перевагу об'єкта сертифікації, валідованих органом сертифікації.

Екологічна сертифікація та маркування є орієнтиром для споживачів, які прагнуть використовувати якісну й безпечну продукцію, що відповідає їх потребам. Навіть у період економічних спадів такий споживач не буде

жертвувати якістю та безпекою. Кількість таких людей з року в рік збільшується.



Рис.1.2. Приклади екологічного маркування побутових мийних засобів в світі

Програми екологічного маркування функціонують у більш ніж 50 країнах світу. Близько 80 % з існуючих екомаркувань об'єднані в GEN (The Global Ecolabelling Network, GEN) – Всесвітню Глобальну Мережу Екомаркування. Її метою є поширення інформації щодо значення і переваг застосування екомаркування, а також забезпечення їх взаємного визнання [10, 23].

Безпідставне застосування екологічного маркування на етикетці, рекламних матеріалах у ЗМІ, зокрема у формі тверджень як: «еко», «екологічний», «натуральний», «дружній до природи», «екологічно безпечний», «зелений», «екологічно чистий» та подібні є неправомірними і вводять споживачів в оману.

В Україні екологічні критерії розробляються робочими групами, створеними національним технічним комітетом стандартизації ТК 82 «Охорона довкілля». Система екологічної сертифікації та маркування в Україні згідно з ISO 14024 (знак екологічного маркування «зелений журавлик») наведена на рисунку 1.3.

До складу робочих груп залучаються провідні експерти галузі, технологи, екологи. Перша редакція розробленого стандарту проходить публічне обговорення. Після цього вона доопрацьовується та виноситься на розгляд Координаційної ради з екологічного маркування. Рішення про схвалення стандарту приймається простою більшістю голосів членів Координаційної ради. Після схвалення, екологічні критерії впроваджуються як стандарт системи екологічної сертифікації та маркування згідно з наказом про прийняття.



Рис. 1.3. Система екологічної сертифікації та маркування в Україні згідно з ISO 14024

Переважно такі стандарти розробляють шляхом гармонізації з екологічними критеріями європейських регіональних програм екологічного маркування, тобто програми ЄС (Ecolabel EU), північних країн Європи

(Nordic Swan) або інших сертифікаційних систем, що мають міжнародне визнання. У цілому український ринок екопродукції не задовольняє споживчий попит. Винятком є побутові мийні засоби різних типів, що представлені в асортименті екологічно сертифікованої продукції, переважно за доступною ціною. Імпортовані товари постачаються переважно з країн Європи й суттєво дорожчі у порівнянні з продукцією українських виробників.

Сертифіковані побутові мийні засоби, створені на основі рослинних компонентів натурального походження, призначені для щоденного застосування, зберігають чисте повітря в приміщенні. Джерела забруднення повітря в звичайних засобах побутової хімії – сильні хімічні кислоти і пари хлору. У побутових мийних засобах за принципами зеленої хімії вони відсутні. А тому повітря в приміщеннях залишається чистим, це сприяє сприятливому клімату в приміщеннях. Крім того хлор, є причиною захворювань серцево-судинної системи, сприяє виникненню атеросклерозу, анемії, гіпертонії, алергічних реакцій. Хлор руйнує білки, негативно впливає на шкіру і волосся, підвищує ризик захворювання на рак.

Фосфати або фосфонати застосовують в звичайних мийних засобах з метою пом'якшення води. Адже саме в м'якій воді текстильні вироби відпираються набагато краще. Наявність фосфатних добавок призводить до значного посилення токсичних властивостей аніонних ПАР. Такі речовини викликають алергію, дуже довго розчиняються у воді. Наприклад, щоб повністю виполоскати фосфати або фосфонати з текстильних виробів (при половинному завантаженні пральної машини) необхідно провести від 10 до 12 циклів полоскання. За рахунок складнощів з полосканням вони сприяють накопиченню токсичних речовин в волокнах тканин, підсилюють проникнення ПАР через шкіру і призводять до посиленого знежирення шкірних покривів і навіть порушення властивостей крові. Це призводить до зміни фізико-хімічних властивостей крові і порушення імунітету. До того ж, ці речовини є загрозою для навколишнього середовища. Потрапляючи в

водойми, вони сприяють посиленому утворенню синьо-зелених водоростей, які, в свою чергу, небезпечно порушують крихкий екологічний баланс водойм. Продукти їх життєдіяльності можуть негативно позначатися на здоров'ї людей.

Побутові мийні засоби за принципами зеленої хімії не містять хлору, фосфатів, парабенів і SLS. Такі засоби ефективні завдяки тому, що до складу входять натуральні кислоти: лимонна, виноградна, молочна, екстракти імбиру і бамбука. До складу також входять інші компоненти природного походження, безпечні для навколишнього середовища, людини і тварин. Усі засоби на основі біорозкладних компонентів. Вони не забруднюють навколишнє середовище, не впливають на діяльність живих організмів, не накопичуються в воді та ґрунті.

Крім того, у септичних установках містяться бактерії, які переробляють органічні відходи. Побутові мийні засоби за принципами зеленої хімії не містять хлору та інших речовин, що викликають загибель бактерій.

Право маркувати продукцію знаком екологічного маркування «Зелений журавлик» може отримати виробник, продукція якого пройшла екологічну сертифікацію відповідно до вимог міжнародного екологічного стандарту ISO 14024:2018. В Україні застосування екологічного маркування дозволено виключно щодо екологічно сертифікованої продукції. Дана норма є вимогою Технічного регламенту про екологічне маркування, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України в 2011 році. Такий підхід відповідає праву ЄС і дозволяє здійснювати ідентифікацію продукції з поліпшеними характеристиками щодо впливу на стан навколишнього середовища і здоров'я людини.

Оцінка всіх побутових мийних засобів, здійснюється на основі екологічних критеріїв (тобто екологічних стандартів на певну категорію продукції). Екологічні критерії встановлюють кількісні та якісні показники до сировини і інгредієнтів, екологічних характеристик виробництва, готової продукції, транспортуванні і упаковці (споживчій тарі). Екологічні критерії

в Україні розробляються на основі європейських з урахуванням кращої виробничої практики в галузі, з урахуванням власних вимог щодо якості та безпеки продукції, які перевершують вимоги державних норм.

Оскільки екологічні критерії української програми екологічного маркування адаптовані до екологічних критеріїв програми «Ecolabel EU», можна з упевненістю заявляти про еквівалентність значення української та європейської екологічного маркування. За даними [12, 23] на початок грудня 2015 року 56 компаній є власниками 87 діючих сертифікатів на свої товари і послуги. З отриманих у 2015 році 57 заявок було видано 19 сертифікатів. Решта підприємств не відповідають до вимог екологічних критеріїв. Деякі з них на даному етапі здійснюють коригувальні дії, наприклад, переглядають склади побутових мийних засобів. В Україні екологічну сертифікацію пройшли окремі лінії продукції не багатьох компаній-виробників, серед яких є ТОВ «Компанія» АЛДІ » (ТМ «Alles GUT!»), Delamark. Також на українському ринку присутні побутові мийні засоби європейських виробників, сертифіковані відповідно до ISO 14024:2018, з екологічним маркуванням «Ecolabel EU».

Екологічно сертифіковані побутові мийні засоби підтвердили свою відповідність вимогам екологічних критеріїв відповідно до ISO 14024. Такі засоби не містять токсичних речовин за фазами ризику для здоров'я людини відповідно до європейських норм. Склад побутових мийних засобів більше ніж на 80 % складається з натуральних (олеохімічних) речовин, що обумовлює мінімальний рівень загальної токсичності відповідно до вимог екологічних критеріїв. Також в складі побутових мийних засобів за принципами зеленої хімії відсутні запашки, що містять алергени, леткі органічні сполуки (точка кипіння яких не менше 150 0C), не містять фосфор з'єднання (в т.ч. фосфати, фосфонати), цеоліти. Такі мийні засоби підлягають біодеградації в водному середовищі більше ніж на 80 %.

Поліпшені екологічні характеристики виробництва, підтверджено економією енергетичних ресурсів, раціональним управлінням водними

ресурсами та відходами виробництва на основі сучасних зелених технологій більш чистого виробництва.

Слід звернути увагу на суттєві відмінності безфосфатних мийних засобів від побутових мийних засобів за принципами зеленої хімії [5, 6]. Безфосфатні – це всього лише одна з характеристик складу побутових мийних засобів. Як правило, її застосовують для залучення уваги покупця. У таких побутових мийних засобах можуть бути в складі, наприклад, фосфонати, які, по суті, є аналогом фосфатів, або високотоксичні речовини, ПАР, алергени, і т.п., потенційно небезпечні для здоров'я споживачів і навколишнього середовища. Екологічна сертифікація та маркування є гарантією того, що побутові мийні засоби пройшли комплексну оцінку (складу, виробництва і упаковки) відповідно до вимог міжнародного екологічного стандарту. Експертна оцінка дозволяє скласти висновок про переваги екологічно сертифікованих побутових мийних засобів щодо продукції аналогічного функціонального призначення, яке відповідає загальнообов'язковим державним нормам.

Таким чином при виробництві побутових мийних засобів за принципами зеленої хімії, відповідно до екологічних умов, обмежено застосування 168 хімічних речовин за рівнем токсичності і біологічного розкладання, заборонено застосування 289 речовин за фазами ризику для навколишнього середовища і здоров'я людини, а також 26 ароматичних речовин, що містять алергени. Причому все це – понад українських державних норм. Що власне і визначає поліпшені показники якості і безпеки побутових мийних засобів.

В процесі створення побутових мийних засобів за принципами зеленої хімії виробники повинні керуватися виключно вимогами стандарту щодо складу і технології виробництва.

Нажаль, у відповідь на попит споживачів на побутові мийні засоби за принципами зеленої хімії, деякі недобросовісні виробники використовують екологічні маркування декларативного характеру – такі як «екологічно

чистий», «екологічний» або «еко продукт». Це є прямим порушенням ряду нормативно-правових актів: технічного регламенту про екологічного маркування, Закону України «Про захист прав споживача», а також антимонопольного законодавства. Ще одна хитрість – це застосування в назві торгової марки продукту слова «зелений» [9, 10, 23].

Тому, споживачеві в Україні необхідно орієнтуватися на знак екологічного маркування «Зелений журавлик», а в сумнівних випадках – вимагати у продавця екологічний сертифікат. Раніше державний нагляд за дотриманням правил маркування та реклами продукції знаходився в компетенції Держспоживінспекції України. У зв'язку з черговою адміністративною реформою, цей орган державного нагляду був скасований, а замість нього створено новий – Державна служба України з питань безпеки продуктів і захисту прав споживачів. Певним чином забезпечувати дотримання правил застосування маркування, що вказує на екологічні переваги побутових мийних засобів, може Антимонопольний комітет України [18, 23]. Кожен виробник, який виявив прояви недобросовісної конкуренції, в т.ч. шляхом поширення інформації, що вводить в оману (наприклад, про екологічні характеристики або переваги продукції конкурента), може звернутися в Антимонопольний комітет України з проханням про захист від недобросовісної конкуренції. Керуючись чинним законодавством, Антимонопольний комітет України вивчає матеріали, що підтверджують документацію підприємства, і, в разі необхідності, проводить розслідування або перевірки. Відповідальність за порушення законодавства про захист економічної конкуренції передбачена розділом VIII Закону України «Про захист економічної конкуренції». Поширення інформації, що вводить в оману, передбачає штрафні санкції в розмірі до 30 % доходу за останній звітний рік, що передував року, в якому накладається штраф. Важливо сприяти запобіганню недобросовісної конкуренції шляхом інформування споживача про те, що екологічне або органічне маркування є не просто рекламним ходом, а результатом

успішного проходження добровільної сертифікації і відповідності вимогам діючих стандартів, сталого розвитку виробництва.

## Розділ 2

### Характеристика об'єкта дослідження та вибір методики дослідження

#### 2.1. Характеристика підприємства та об'єктів дослідження

Henkel, Хенкель — німецька хіміко-промислова компанія, виробник засобів для чищення та миючих засобів, косметики та засобів особистої гігієни, клейових матеріалів. У списку найбільших компаній світу Forbes Global 2000 за 2021 рік посіла 290-те місце (445-те - за розміром виручки, 412-е - по чистому прибутку, 887-е - за активами і 335-е - за ринковою капіталізацією).

Фактична адреса: м. Харків, вул. Саксаганського, 120 (рис.2.1).

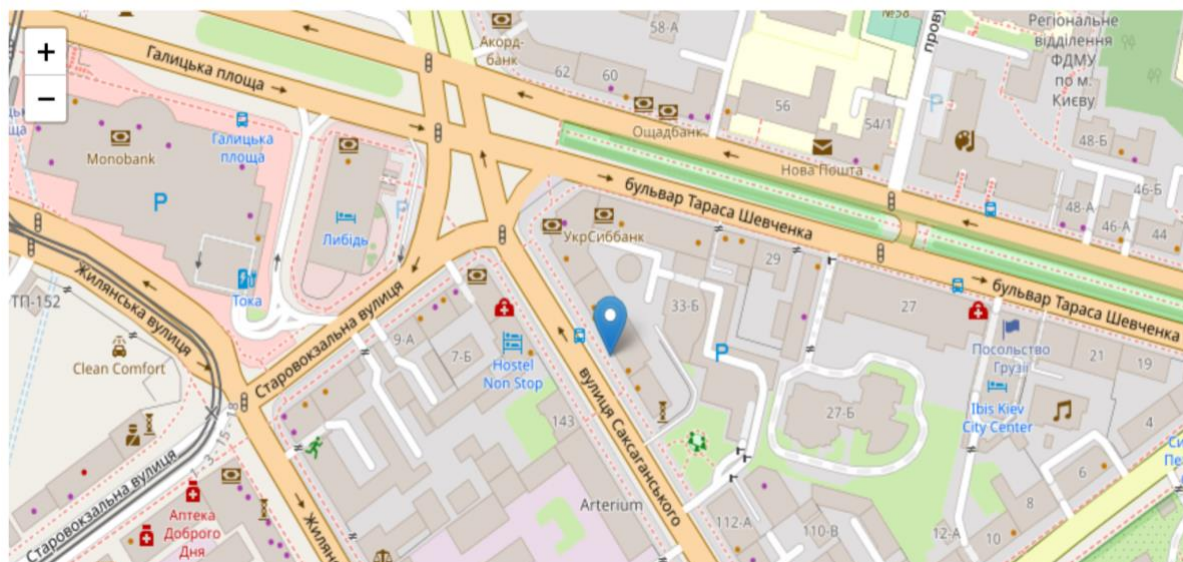


Рис. 2.1. Фізико-географічне розташування підприємства

Сьогодні в Україні розташовано 4 виробничі об'єкти та два офіси, які відповідають за реалізацію потужних брендів у бізнес-напрямах Adhesive Technologies та «Consumer Brands». Найбільш важливі бренди – Bref,

Brillance, Ceresit, Clin, Gliss, Loctite, Losk, Pattex, Palette, Persil, Perwoll, Schauma, Silan, Somat, Taft, Technomelt.

Основні вимоги, особливості технологій виробництва побутових мийних засобів за принципами зеленої хімії та ефективність дії побутових мийних засобів за принципами зеленої хімії визначено відповідно до вимог СОУ ОЕМ 08.002.12.065:2016 Мийні засоби та засоби для чищення. Екологічні критерії оцінювання життєвого циклу за схемою сертифікації згідно з ISO 14024.

Експериментальні дослідження проведено для дослідних зразків побутових мийних засобів за принципами зеленої хімії (пральний порошок та гель для прання): Ariel, Persil Universal, Лотос Біо+, Amway Home SA8, DeLaMark Universal. Характеристики побутових мийних засобів наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

### Характеристики побутових мийних засобів

Назва засобу, виробник	Призначення
Пральний порошок Ariel Procter&Gamble, США	для автоматичного та ручного прання всіх видів текстильних виробів, крім виробів з вовни та шовку
Пральний порошок Persil Henkel, Німеччина	для автоматичного прання всіх видів текстильних виробів
Пральний порошок Лотос Біо+ Вінницяпобутхім, Україна	для автоматичного та ручного прання всіх видів текстильних виробів
Пральний порошок Amway Home SA8 Amway, США	для універсального прання всіх видів текстильних виробів
Пральний порошок DeLaMark Universal DeLaMark, Україна	для екологічного прання всіх видів текстильних виробів
Гель для прання Ariel Procter&Gamble, США	для автоматичного та ручного прання всіх видів текстильних виробів
Гель для прання Persil Henkel, Німеччина	для автоматичного та ручного прання всіх видів текстильних виробів

Відповідно до таблиці 2.1 обрані побутові мийні засоби мають однакове призначення. Гелі для прання мають більшу вартість ніж пральні

порошки за рахунок технології виробництва. Завдання роботи вирішувалися з використанням традиційних і сучасних теоретичних та експериментальних методів дослідження, а також методик визначених державними стандартами.

## **2.2. Методи та методики визначення показників ефективності дії побутових мийних засобів за принципами зеленої хімії**

### **2.2.1. Метод визначення концентрації водневих іонів рН**

Визначення концентрації водневих іонів рН дослідних зразків побутових мийних засобів здійснено за допомогою рН-метра СТ-6020 відповідно до ДСТУ 2972:2010 «Засоби мийні синтетичні. Загальні технічні вимоги та методи випробування» [24, 25]. Це рН-метр з електронним термометром для проведення точних вимірювань рН розчину при різних температурах. Прилад має водонепроникний корпус, рідкокристалічний дисплей і змінний хлорсрібний електрод з високою швидкістю відгуку.

Для проведення якісних вимірювань рН-метр потребує періодичного калібрування розчинами стандарт-титрів. Прилад має вбудовані функції автовідключення, збереження результатів вимірювань і індикації розрядки акумулятора. В комплекті до рН-метру СТ-6020 додається захисний ковпачок, для зберігання електрода в розчині з рН 4,01 або в розчині КСL. У заводських умовах прилад відкалібрований за трьома точкам з використанням буферних розчинів з рН 4,01; 6,86; 9.1. В комплект входять зразки буферних розчинів для калібрування рНметра в процесі роботи. За рахунок автоматичного калібрування нівелюється вплив людського фактора на точність вимірювань приладу. Калібрування за трьома точкам дозволяє з

однаковою точністю проводити вимірювання в розчинах з будь-яким значенням рН.

Для визначення концентрації водневих іонів рН готують лабораторну пробу зразка мийного засобу. Метод приготування і концентрацію розчину проби зазначено у стандарті ДСТУ 2972:2010 «Засоби мийні синтетичні. Загальні технічні вимоги та методи випробування».

Прилад калібрують згідно з інструкціями виробника, використовуючи два стандартних буферних розчини, з температурою 20 °С. Під час вимірювань температура електродів, води для промивання і стандартних буферних розчинів повинна бути в межах  $20 \pm 1$  °С і не відрізнятися більше як на 1 °С.

Після калібрування приладу електроди промивають водою, а потім дослідним розчином. Перемішують дослідний розчин, наливають достатню кількість у мірну посудину і занурюють у неї електроди. Після того, як показники іонометра (рН-метра) будуть стабільними протягом 1 хв, знімають дані.

Повторюють вимірювання для нового зразка дослідного розчину. Якщо результат другого вимірювання різниться від першого на 0,1 од. чи більше, проводять третє вимірювання. Якщо результат третього вимірювання також не дозволяє зробити висновок про величину рН, повторюють весь аналіз, включаючи калібрування. Середнє значення заокруглюють до 0,1 од. рН. Результати виражають в одиницях рН при температурі 20 °С

### **2.2.2. Визначення піноутворювальної здатності мийних засобів методом Росса-Майлса**

Піноутворювальну здатність мийних засобів визначено за допомогою методу Росса-Майлса відповідно до ДСТУ ISO 696:2005 [26, 27]. Сутність методу полягає у визначенні висоти стовпа піни, яка утворюється при вільному падінні 200 см<sup>3</sup> водного розчину дослідного засобу з висоти 900 мм на поверхню такого самого розчину.

Від кожної одиниці транспортної тари беруть по одній упаковці (споживчої тари), загальною кількістю не менше дев'яти. Складове відібраних упаковок з'єднують разом, добре перемішують і скорочують до отримання середньої проби масою 1 кг.

З'єднану пробу порошкоподібних мийних засобів скорочують методом квартування. Отриману середню пробу встановлюють у чисту суху скляну банку з притертою пробкою або в іншу ємкість, що герметично закривається. На банку з середньою пробою наклеюють етикетку з вказівкою таких даних: найменування мийного засобу; найменування підприємства-виробника або його товарного знака; зазначення нормативно-технічного документа на конкретну продукцію; дату виготовлення; номер партії; дати та місця відбору проб; прізвищ і підписів осіб, які відібрали пробу.

Для приготування води жорсткістю 5,35 мг·екв/дм<sup>3</sup> наважки сірководневого магнію масою 0,107 г і хлористого кальцію масою 0,194 г (у перерахунку на безводні солі), взяті з похибкою не більше 0,0002 г, розчиняють у дистильованій воді в мірній колбі місткістю 1000 см<sup>3</sup>; доливаючи воду, доводять об'єм розчину до позначки і добре перемішують. Для взяття наважок із застосуванням безводних солей необхідно проводити відповідний перерахунок.

Наважку мийного засобу масою 5 г для порошкоподібних і рідких мийних засобів, взяті з похибкою не більше 0,01 г, переносять до хімічної склянки, розчиняють в 50 см<sup>3</sup> жорсткої води, змішують до повного розчинення засобу. Розчинення порошкоподібних та рідких мийних засобів здійснюють при нагріванні до 60±5 °С. Отриманий розчин переливають до

колби або циліндра, доводять жорсткою водою до об'єму  $1000 \text{ см}^3$  та перемішують, уникаючи піноутворення.

Приготування розчину проводять при температурі випробування з допустимим відхиленням  $\pm 5^\circ\text{C}$ . Для кожного випробування потрібно готувати не менше  $2 \text{ дм}^3$  розчину. Розчин готують не пізніше, ніж за 30 хв. і не раніше, ніж за 2 год. до випробування.

Для дослідних випробувань допускається проводити визначення піноутворювальної здатності в інтервалі температур від  $25^\circ\text{C}$  до  $90^\circ\text{C}$  при концентраціях розчинів від 0,1 до 10 г/л та жорсткості води від 0,01 до 7,14 мг·екв/л. Схематичне зображення приладу Росса-Майлса наведено на рисунку 2.2.

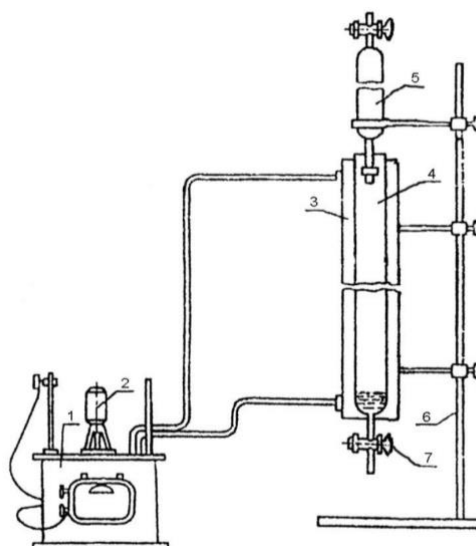


Рис. 2.2. Схематичне зображення приладу Росса-Майлса

Для визначення піноутворювальної здатності розчинів водяну сорочку 3 з'єднують з термостатом 1, включають термостат і доводять температуру рідини в сорочці до заданої. Одночасно  $300 \text{ см}^3$  досліджувального розчину доводять до температури випробування ( $50 \pm 2^\circ\text{C}$ ). Із цієї кількості беруть  $50 \text{ см}^3$  розчину, заливають у мірний циліндр 4 по стінці так, щоб не утворилася піна. Через 10 хвилин за допомогою гумової груші або насоса вводять у піпетку 5 випробувальний розчин в

об'ємі 200 см<sup>3</sup> так, щоб не утворилася піна. Піпетку з розчином закріплюють у штативі 6 так, щоб її вихідний отвір знаходився на відстані 900 мм від рівня рідини в циліндрі та забезпечував потрапляння струменя до центра рідини. Потім відкривають кран піпетки. Після витікання розчину із піпетки вмикають секундомір і вимірюють висоту стовпа піни, що утворилася, в міліметрах Н<sub>0</sub>. Далі через 5 хв вимірюють висоту стовпа піни, що утворилася, в міліметрах Н<sub>5</sub>. Якщо рівень стовпа піни має нерівну поверхню, то за висоту стовпа приймають середнє арифметичне вимірів максимальної та мінімальної висот піни. Перед кожним новим визначенням трубку 4 промивають дистильованою водою. Піноутворювальну здатність розчину виражають за допомогою висоти стовпа піни, Н, мм.

Різниця між діаметром трубок окремих приладів здійснює вплив на висоту стовпа піни, що утворилася. Тому для кожного приладу необхідно встановити поправковий коефіцієнт, за допомогою якого перераховують усі отримані при вимірах значення, які відповідають висоті стовпа піни, точно виміряної приладом з внутрішнім діаметром трубки 50 мм.

За кінцевий результат випробувань приймають середнє арифметичне трьох паралельних визначень, допустиме розходження між якими для початкової висоти стовпа піни не повинно перевищувати 10 мм.

### **2.2.3. Методика визначення масової частки пилу в порошкоподібних мийних засобах**

Визначення масової частки пилу в порошкоподібних мийних засобах проведено відповідно ДСТУ 2972:2010. Сутність методу полягає в тому, що при висипанні наважки порошку з воронки через похилий жолоб і перехідник в розташовану під ним мішень, пил, що знаходиться в ньому, переходить у завислий стан, змінює траєкторію руху і не попадає в мішень.

Зібрані зі стінок і дна циліндра частинки, що не попали в мішень, зважуються, таким чином характеризується показник – склад пилу [25]. Його діапазон зміни від 0 до 10 %. Згідно з вимогами ДСТУ 2972:2010, за показниками безпеки використання порошкоподібних пральних засобів показник масової частки пилу не повинен перевищувати 5 %. Враховуючи, що норма показника масової частки пилу може змінюватися в залежності від вологості порошку, випробовування проводяться з пральними порошками при відповідних вологості та температури повітря.

Установка для визначення вмісту пилу в пральних порошках складається (рисунок 2.3) з циліндра 3 (камери для осаджування пилу) з перехідником 4, підставки 1 і мішені 2, завантажувальної воронки 6 похилого жолоба 5, встановленого на віброструшувачі 7. Вся конструкція приладу жорстко фіксується на технологічному столі 8.

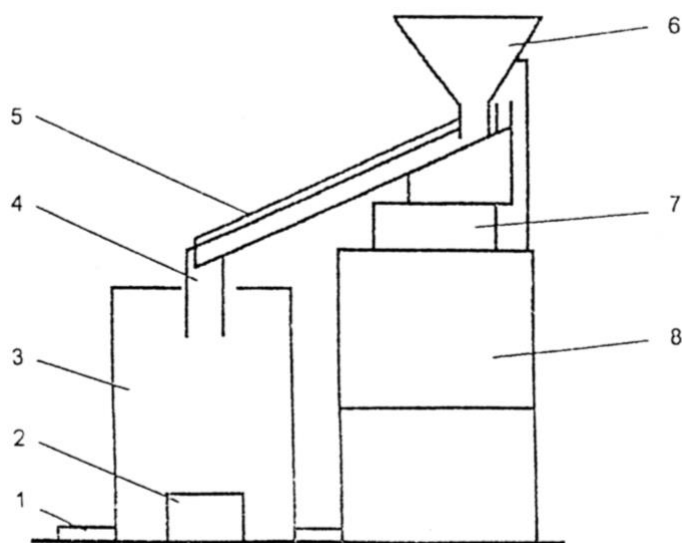


Рис. 2.3. Схема установки для визначення вмісту пилу в пральних порошках

Перед випробуванням зважують поліетиленову плівку на лабораторних вагах з точністю до десятої частки грама, розміщують її на дні циліндра. На плівку встановлюють мішень.

Пробу порошкоподібного прального засобу масою 500 г засипають у завантажувальну воронку, попередньо закривши отвір заслінкою. Кут нахилу жолоба складає  $25^\circ$ . Суміщають встановлену пробу з технічним столиком так, щоб кінець жолоба ввійшов усередину перехідника. Пристрій готовий до роботи.

Включаючи віброструшувач, відкривають заслінку і одночасно виключають секундомір. Порошок з завантажувальної воронки, проходячи через жолоб, що вібрує, попадає у перехідник і мішень. Після повного висипання порошку залишки його знімають з жолоба і перехідника в мішень. Час висипання порошку в мішень не повинен перевищувати 5 хв. Якщо час перевищує 5 хв., а це буває, коли порошок не відповідає достатній сипучості, дослідження повторюють, збільшуючи кути нахилу жолоба або змінюючи амплітуду коливання віброструшувача. Час висипання порошку в циліндр є додатковою характеристикою його сипучості.

Після висипання порошку вимикають віброструшувач, швидко знімаючи його з воронки та жолоба у перехідник за допомогою щітки, витримують 3 хв. для осідання пилу, легким постукуванням по циліндру рукою видаляють пил, що осів на стінки циліндра. Витримують ще 2 хв. Циліндричну частину піднімають, обмітають щіткою зовнішні стінки і верхній зріз мішені так, щоб пил попав на поліетиленову плівку, потім виймають мішень, обережно достають плівку з пилом, складають її, щоб не було втрат, і зважують.

Результати зважувань в грамах записують з точністю до першого десяткового знака. Дослід повторюють двічі

### **2.3. Визначення мийної дії дослідних зразків побутових мийних засобів**

Визначення мийної дії зразків (МД, %) побутових мийних засобів проведено оптичним методом, який базується на вимірюванні коефіцієнтів відбиття від вихідних, забруднених та випраних у побутових мийних засобах зразків тканин [28, 29].

Для підготовки забруднених зразків вирізали зразки тканини розміром 5 см × 30 см, після чого піддавали їх обробці комплексним забрудненням, що містить сажу і жирові речовини [30].

Тривалість обробки зразків тканини складала 10 хвилин при перемішуванні. Після чого забруднені зразки віджимали між шарами фільтрувального паперу, підсушували при кімнатній температурі, потім поміщали до сушильної шафи на 1 год. при температурі 60°C. Забруднені зразки використано для визначення мийної дії побутових мийних засобів. Прання зразків тканини проводили у водних розчинах побутових мийних засобів. Модуль ванни 10, тривалість обробки 5 хв, температура прання 40°C, віджим 700 об/хв. Після прання зразки тканини підсушували при кімнатній температурі. Характеристика тканин наведена в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

### Характеристика зразків тканини

Найменування тканини	Ширина, см	Основа, Уток		Переплетення	Поверхнева густина, г/м <sup>2</sup>
		текс	хімічний склад		
Бавовняна тканина	150±5	30	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> , 100 % бавовна	полотняне	180

Для вимірювань коефіцієнтів відбиття використано прилад ФОУ – 42 [28, 29]. За рівнянням Кубелки – Мунка визначено мийну дію побутових мийних засобів (МД, %).

### 2.4. Лабораторне визначення стійкості зразків тканин до стирання

Для визначення стійкості зразків тканин до стирання використовували характеристику довговічності – число циклів стирання до утворення дірок [31, 32]. Для визначення стійкості зразків тканини до стирання в лабораторних умовах використовували прилад ІТ-3М-1 ДСТУ ISO 4312:2005. Зовнішнє та схематичне зображення приладу ІТ-3М-1 наведено на рисунку 2.4.

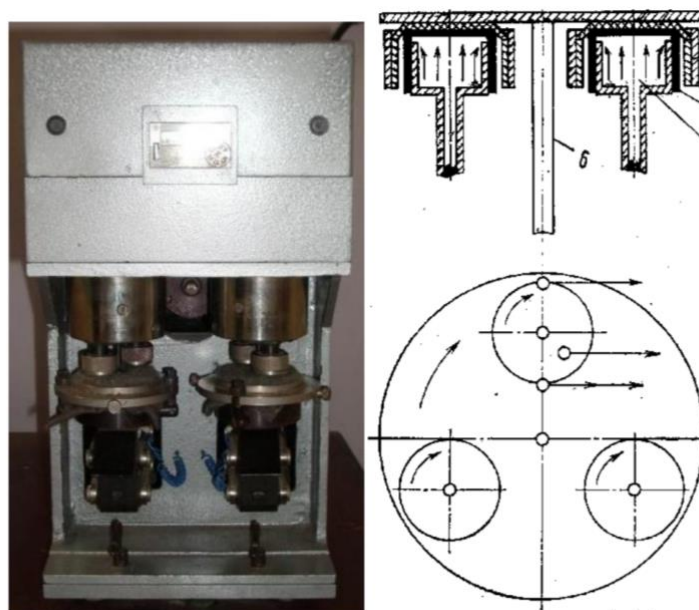


Рис.2.4. Зовнішнє та схематичне зображення приладу ІТ-3М-1

Елементарні проби у вигляді кругів діаметром 27 мм заправляли в обійми бігунків лицьовою стороною вгору. Підготовлену смужку шинельного сукна шириною 95 мм заправляли в п'яльці, на яких накладали кільце та закріплювали його гвинтами. На тканину поміщали металічне кільце та закріплювали пробу на п'яльцях за допомогою обійми круга абразиву діаметром 25 мм. Після заправки тканини та абразиву у п'яльці вмикали прилад. Після зупинки приладу записували кількість циклів обертання, при якому відбулося руйнування поверхні тканини.

## 2.5. Оцінка токсичності побутових мийних засобів методом біотестування

Екологічна оцінка побутових мийних засобів проводилася шляхом біотестування розчинів у діапазоні концентрацій від 0,01 до 100 мг/л з використанням у якості тест-об'єктів ракоподібних *Daphnia magna* [33]. Вибір даних мікроорганізмів був обумовлений тим, що вони є характерними представниками прісноводних екосистем і використовуються в стандартизованих методиках біотестування для оцінки токсичності водного середовища. *Daphnia magna* – вид невеликих планктонних ракоподібних розмірами від 0,2 до 5 мм, постійні мешканці стоячих і слабопроточних водойм. За способом харчування дафнії – активні фільтратори. Акліматизацію дафній до дослідних умов проводили з підтримкою кисневого та температурного режиму водного середовища, при температурі  $25\pm 1^\circ\text{C}$  впродовж 7 діб. Дафній годували щоденно хлорелою, концентрацію мікроводоростей підтримували в діапазоні від 0,1 до 0,7 мг С/ (мг водоростевого органічного вуглецю). Для дослідів використовували синхронізовану, генетично однорідну культуру *Daphnia magna*. Для оцінки токсичності побутових мийних засобів були проведені гострі (24 години) і хронічні (96 годин) досліді на *Daphnia magna* за ДСТУ 4166:2003, КНД 211.1.4.054-97 [34].

Для визначення токсичності побутових мийних засобів, дафній поміщали у скляні стакани з розчинами мийних засобів визначених концентрацій 0,01, 0,1, 1,0, 10 та 100 м/л відповідно, по 10 особин; контролем була чиста вода. Через 24, 48, 72 та 96 годин проводили підрахунок виживаності особин.

Для визначення екологічного навантаження побутових мийних засобів паралельно проводили біотестування рослин ряски, які візуально

були життєздатні та мали хороший фізіологічний стан [35, 36]. Відібрані рослини ряски по 10 екземплярів поміщали у дослідні (розчини композицій) і контрольні (дистильована вода) скляні ємності об'ємом 500 мл при доброму природному сонячному освітленні. Облік біологічних показників проводили на 1, 3, 5, 7, 10-у добу. Ступінь впливу токсичних речовин на ряску малу визначали за наступними біологофізіологічними показниками життєдіяльності рослин:

- стан рослин (зміна забарвлення листя із зеленого на біле, а потім жовте; втрата тургору, зів'яння листя; відрив листочків тощо);
- виживання рослин (кількість рослин ряски).

## **2.6. Кореляційно-регресійний аналіз експериментальних даних**

Статистичну обробку експериментальних даних проведено на основі кореляційно-регресійного аналізу, який передбачає розрахунок точкових і інтервальних оцінок результатів дослідження [37 – 40]. З метою оцінки достовірності експериментальних даних, перевірки рівності середніх значень одержаних у двох вибірках використано критерій Стюдента (t-критерій). Для цього спочатку розраховують середнє арифметичне вимірюваної величини X.

Розрахункове значення критерію Фішера (FP) порівнюється з табличним (критичним) значенням FKP, взятим для обраного рівня значущості  $\alpha$  і відповідних ступенів вільності  $f_1 = n_1 - 1$  та  $f_2 = n_2 - 1$ . Якщо розрахункове значення критерію менше критичного:  $FP \leq FKP$ , то це означає, що дисперсії відрізняються незначно, тобто вони однорідні, а відповідні фактори вважають незначимими. Якщо дисперсійне співвідношення більше табличного, то вплив фактору вважають значимим.

Критичне значення ( $G_{KP}$ ) знаходять з таблиць для рівня значущості  $\alpha$  і ступенів вільності  $f_{\max}=n-1$  і  $f_{\Sigma}=n$ . Дисперсії є однорідними, якщо розрахункове значення критерію не перевищує табличного  $GP \leq G_{KP}$ .

Методикою статистичної обробки експериментальних даних передбачано математичний опис істинного значення досліджуваного показника при значенні довірчої вірогідності  $\alpha = 95 \%$ . Кількість дослідів визначено таким чином, щоб довірчий інтервал знаходився в межах від 2 до 3 % від середнього значення.

## **2.7. Технологічна схема виготовлення побутових мийних засобів**

Миючі засоби, в тому числі пральні порошки, світова гігієнічна наука відносить до найбільш небезпечних для здоров'я людини. Це пояснюється їхнім масовим розповсюдженням, постійним (на протязі всього життя) контактом людини з миючими засобами, включаючи контакт шкіри людини з одягом, на якій є залишки токсичних компонентів пральних порошоків.

Не дивлячись на створення в світі за останні 30 років нових, більш гігієнічно безпечних рецептур пральних порошоків, проблема безпеки все ще не вирішена.

В світі найбільш масовими пральними порошками до 80-х років були порошки на базі з'єднань фосфору. Проте, вченими багатьох країн було встановлено, що ці пральні порошки крім великої екологічної шкоди, наносять ще й шкоду здоров'ю людей. Контакт шкіри з розчинами і залишками порошоків з випраного одягу приводить до обезжирення і знищення захисних функцій шкіри, яка перестає затримувати і починає вільно пропускати в лімфатичну і кровоносну системи людини небезпечні компоненти фосфатних пральних порошоків - фосфати, поверхнево-активні речовини, мікроби, віруси і т.д.

Особливо агресивні в своїх діях є аніонні поверхнево-активні речовини (а-ПАР). Вони здатні викликати грубі порушення імунітету, розвиток алергії, ураження мозку, печінки, нирок, легень. Наявність фосфатних добавок в порошках призводить до значного підсилення токсичних (ядовитих) властивостей а-ПАР, так як ці добавки створюють умови для більш інтенсивного проникнення а-ПАР через шкіру.

Світова гігієнічна наука визначила три основні напрямки для зниження токсичності пральних порошоків:

1. Замість фосфатів для пом'якшення води фірма Henkel (Німеччина) і Procter&Gamble (США) розробили рецептуру на базі цеолітів (Патент від 1973 року) і тільки через 10 років в 1982 році було розпочате їхнє масове виробництво.

На даний час безфосфатні порошки на базі цеолітів займають від 50% до 100% ринку в 40 розвинених країнах світу. Проте безфосфатні порошки на базі цеолітів мають суттєві гігієнічні проблеми:

- низька виполокуваність залишків порошку з тканин;
- високий вміст алюмініосилікатів (цеолітів), які викликають обезжирення шкіри, погано виполокуються з тканин і викликають забруднення водою алюмінієм;
- містять більше 7% аніонних поверхнево-активних речовин, замість гігієнічної норми 2%;
- в деяких випадках можуть пошкоджувати тканини і їхнє фарбування.

2. Замість порошоків в окремих країнах широко пропагуються рідкі миючі засоби (США, Канада). При більш високій екологічній безпеці рідкі миючі засоби мають понижено миючу здатність і в 5-6 раз вище гігієнічної норми концентрацію поверхнево-активних речовин. Крім того рідкі миючі засоби можна використовувати лише в м'якій воді.

3. Світова хімічна наука намагається створити ідеальний по гігієнічній безпеці миючий засіб без поверхнево-активних речовин. З цією метою проводяться дослідження по розробці доступної технології по

розщепленню молекул кластерів води (відносно) великих розмірів на більш малі частини - так звана активована вода.

Екологічні проблеми використання пральних порошків

Відомий екологічний факт - при попаданні в водойми біогенних речовин (в якості добрив) таких як фосфор і азот, відбувається інтенсивне розмноження водоростей, особливо синьо-зелених, які в процесі свого біологічного розвитку зменшують вміст кисню у воді, утворюють токсичні речовини і викликають масову загибель гідрофауни. Прісна вода стає непридатною для пиття і небезпечною для життя.

Для вирішення цієї глобальної світової проблеми ще в 70-і роки під егідою ООН був заключений міжнародний договір про захист Світового океану і прісноводних ресурсів. Він визначає основні напрями діяльності для зменшення забруднення. А першим з них є - зменшення і повне припинення забруднення водних ресурсів біогенними речовинами, особливо фосфором. Основним джерелом забруднення водойм фосфатами є комунальні стоки з залишками пральних порошків. Довгий час противники обмеження фосфатів (любляються транснаціональними виробниками фосфатних порошків) висували теорію про те, що забруднення водойм відбувається із-за попадання мінеральних (фосфатних) добрив. Проте, дослідження проведені в деяких країнах, показали, що фосфатні добрива - це малорухливі з'єднання і в ґрунті вони знаходяться до 5-8 років. Доля забруднення водойм мінеральними фосфатними добривами складає від 10 до 30 процентів від всього поступлення фосфору. Більше ніж 60% фосфатів поступає в водойми із-за використання фосфатних пральних порошків.

Щоб не допустити глобальної екологічної катастрофи водойм світове товариство реалізує наступні заходи:

- в більшості розвинутих країн світу (більше 40 країн) в 80-90-і роки були введені законодавчі обмеження і повна заборона на використання фосфатних пральних порошків. Їм на заміну біли розроблені і впроваджені

малофосфатні і повністю безфосфатні на базі цеолітів, які виявились екологічно небезпечними із-за високого вмісту алюмінію;

•одночасно в багатьох країнах світу почалось будівництво спеціальних очисних споруд для видалення фосфору і азоту із стічних вод.

Так, у Німеччині затрати на додаткові очисні споруди склали 50 млрд. доларів США тільки на річці Рейн. У США для захисту Великих Озер - більше 200 млрд. доларів. У Китаї - більше 100 млрд. доларів.

**Здрібнювання** вихідних матеріалів. На стадії здрібнювання важливо правильно вибрати здрібнювальну машину: враховуються фізико-хімічні властивості матеріалу, розмір вихідного матеріалу і кінцевого продукту, загальна кількість матеріалу, який необхідно здрібнювати.

Розділення частинок порошку за розмірами. Залежно від медичного призначення і способу застосування до порошків висувають різні вимоги стосовно дисперсності. Кристалічні порошки, призначені для розчинення перед їх вживанням хворим (магнію сульфат, кислота борна та ін.), зазвичай відпускають у вигляді середньодрібних, середньокрупних і навіть крупних порошків (0,2—0,3 мм). Порошки-присипки, призначені для лікування різних ушкоджень шкіри або слизових оболонок, повинні мати високий ступінь дисперсності (0,090—0,093 мм) для збільшення сумарної активної поверхні частинок цих речовин і зменшення їхньої травмуючої дії.

Під час виробництва складних порошків у заводських умовах кожен речовину, що входить до складу суміші, здрібнюють окремо і просівають крізь відповідне сито. При просіюванні сумішей через отвір сита насамперед проходять частинки більш дрібні і ті, які мають більшу масу. Потім відсіваються легші і більші за розміром частинки. Унаслідок цього відсів являє собою масу із шарами різної якості. Тому інгредієнти після просіювання необхідно знову ретельно змішати.

Змішування окремих компонентів. Змішування порошків здійснюють у змішувачах. Найбільш простим і легким способом змішування є такий, при якому інгредієнти входять приблизно в однакових кількостях, із

частинками однакових розмірів, близькими за густиною. Усі компоненти засипають у змішувач і перемішують до одержання однорідної суміші. Якщо при зазначених однакових умовах питома маса порошків, що змішуються, різна, то тривалість перемішування збільшується.

Якщо в суміш входить компонент у невеликій кількості, то для підвищення рівномірності розподілу необхідне додаткове здрібнювання його частинок. При цьому, чим менша його концентрація в суміші, тим дрібніші повинні бути частинки цього інгредієнта. При значній різниці в розмірах частинок окремих компонентів доцільно зменшити великі частинки до розмірів найменших для одержання рівномірної суміші.

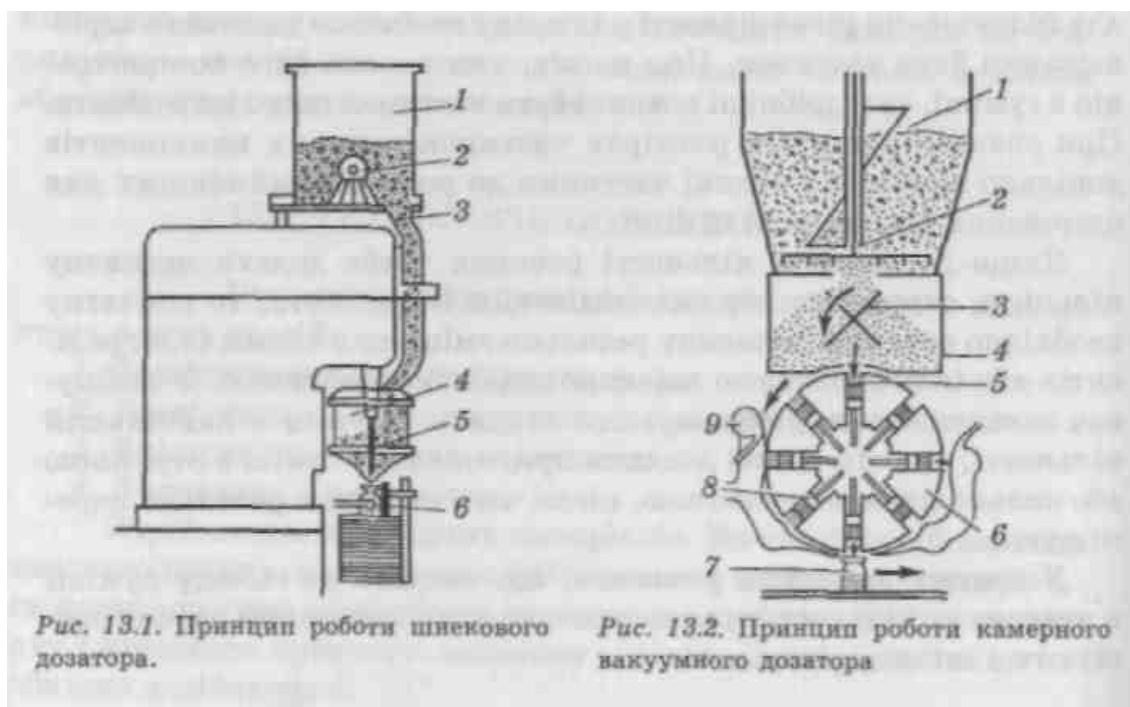


Рис. 2.5. Принцип роботи дозаторів

Якщо до великої кількості речовин треба додати незначну кількість отруйного або сильнодіючого інгредієнта, то спочатку необхідно останню речовину ретельно змішати з одним із інгредієнтів або індиферентною порошкоподібною речовиною. У змішувач завантажують речовину, що входить у суміш в найбільшій кількості, а потім до неї додають приготовлену суміш з отруйною або сильнодіючою речовиною, після чого порошки ретельно перемішують.

У деяких випадках речовини, що входять до складу суміші в невеликих кількостях, краще розчинити. Отриманий розчин змішують з іншим матеріалом.

Фасування порошків здійснюється за допомогою спеціальних дозаторів: в основному шнекових і вакуумних, які працюють за об'ємним принципом. Об'ємні дозатори прості за будовою, нескладні в експлуатації і при відносній похибці 2—3 % забезпечують продуктивність до 30 доз за хвилину. Із зменшенням дози препарату і збільшенням швидкості дозування похибка зростає.

Принцип роботи шнекового дозатора показаний на рис. 2.5. Порошок завантажують у бункер 1. За допомогою регулятора він подається на прямою мішалкою 2 через дросельний клапан 3 униз у завантажувальну лійку 4, в якій підтримується рівень порошку. Процес дозування здійснюється поворотом вертикального дозувального шнека 5 у підготовлений флакон 6.

Принцип роботи камерного вакуумного дозатора поданий на рис. 2.5. Порошок, що фасується, подається в завантажувальну лійку 1. Мішалки 2 і 3, які обертаються відповідно навколо вертикальної і горизонтальної осей, забезпечують рівномірний розподіл порошку в наповнювальній камері 4. У роторі 6, що замикає низ наповнювальної камери, розташовані вісім дозувальних отворів 5. Із центра колеса в ці отвори встановлені на різьбі дозувальні поршні 8, які визначають об'єм наповнення. Ротор періодично, після кожного циклу, повертається на 1/8 його об'єму, дозувальні отвори встановлюються під наповнювальною камерою, при цьому порошок всмоктується в отвори, що знаходяться під вакуумом. Після двох циклів зовнішня поверхня наповнювально-го колеса очищається ракелем 9, а надлишок порошку відсмоктують. Подальші два цикли переводять ротор у положення суміщення з отвором горловини підготовленого флакона 7. Порошок висипається у флакон під дією короткого імпульсу стиснутого повітря.

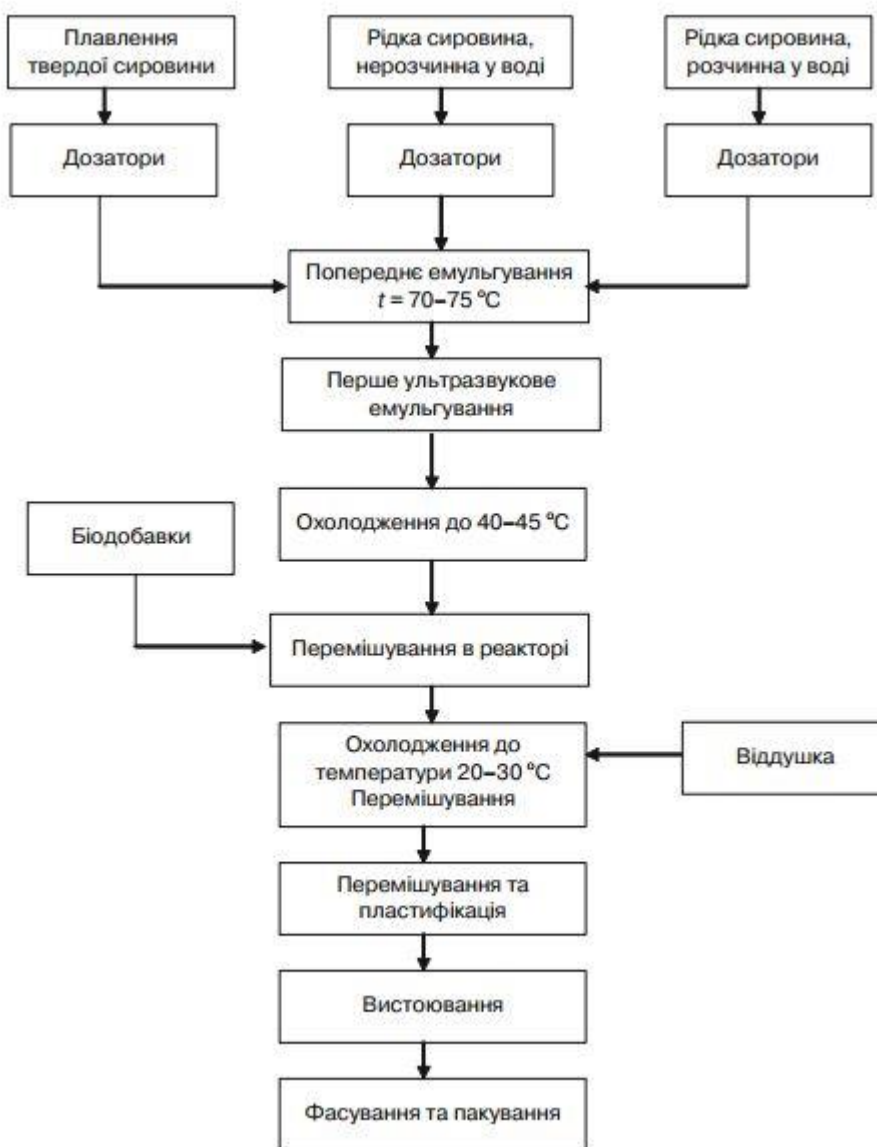


Рис.2.6. Загальна схема виготовлення порошку

## Розділ 3

### Характеристика фізико-географічного середовища розташування підприємства

#### 3.1. Фізико-географічне розташування

Харківська область розташована на північному сході України на території двох природних зон Лівобережної України – Лісостепу і Степу в межах водорозділу, що відокремлює басейни Дону і Дніпра. На півночі Харківщина межує з Белгородською областю Росії, на сході – з Луганською, на південному сході – з Донецькою, на півдні – з Дніпропетровською, на заході – з Полтавською та на північному заході – з Сумською областями України. Площа території Харківщини складає 31,4 тис. км<sup>2</sup>, що становить 5,2% території України, відстань із сходу на захід – 225 км, з півночі на південь – 200 км.

Рельєф Харківщини – хвиляста рівнина, яка розмежована річковими долинами, ярами та балками. Основні його риси визначаються приуроченістю території до басейнів рік Дону та Дніпра. Басейн Дону складає 75% території області, басейн Дніпра – 25%. Ріка Сіверський Донець – головна водна артерія Харківщини – є притокою Дона, на території області ця річка несе свої води протяжністю 375 км (загальна її довжина 1 053 км). Її основні притоки на території області – ріки Оскіл, Уди, Берека, Харків, Лопань, Сухий Торець, Балаклійка, Вовча, Великий Бурлук та ін.

На території області затверджено балансові експлуатаційні запаси питних і технічних підземних вод на 95 родовищах, які включають 5 ділянок мінеральних підземних вод. У ґрунтовому покриві області переважають чорноземи типові (39,44%), звичайні глибокі (34,56%), звичайні (11,68%),

опідзолені (3,37%), сірі лісові (1,44%). Решта площ (3,15%) представлені лучно-чорноземними та іншими ґрунтами.

Найродючішими є чорноземи типові та опідзолені ґрунти. Серед орних земель області нараховується 6,2 тис. га середньо кислих ґрунтів, які потребують постійної хімічної меліорації.

Клімат області помірно континентальний. Так як протяжність території області з заходу на схід і коливання висот незначні, то варіації клімату в межах області досить несуттєві. Область розділена на 7 адміністративних районів згідно з постановою Верховної Ради України від 17.07.2020 № 807-IX «Про утворення та ліквідацію районів», до її складу входить 17 міст, з них 7 міст обласного підпорядкування, кількість населених пунктів – 1751, територіальних громад - 56, у тому числі: міських - 17, селищних – 26, сільських – 13.

Вигідне географічне розташування області є сприятливою передумовою для розвитку зовнішньої та внутрішньої торгівлі, транспортних послуг. Харківщина має потужний промисловий, аграрний і науковий потенціал.

Основні види корисних копалин, що видобуваються: нафта, газ, конденсат, кам'яне та буре вугілля, піски (будівельні, формувальні, кварцеві), глини (вогнетривкі, керамічні), гіпс, крейда, мергелі, мінеральні води. За загальним природно-ресурсним потенціалом Харківська область посідає 5-те місце в Україні, її мінерально-сировинна база складається на 28,5% з паливно-енергетичних корисних копалин (нафта, газ, конденсат, кам'яне вугілля), на 53,4% із сировини для виробництва будівельних матеріалів, решту (18,1%) становить сировина кольорових металів, прісні мінеральні підземні води.

Харківська область розташована в межах двох природних зон: лісостепової та степової. На її території представлені як зональні, так і азональні типи рослинності, а саме: нагірні діброви, байрачні дубові ліси, березові ліси, суходільні луки, лучні степи, різнотравно-типчаково-ковилові

степи, рослинність крейдових відслонень; заплавні ліси, соснові і широколистянососнові ліси, заплавні луки, галофітна рослинність, осоково-злакові і моховоосокові болота, прибережно-водна рослинність; рослинність антропогенного походження, агрофітоценози на місці зведених зональних широколистяних лісів, азональних соснових лісів, розораних зональних лучних та різнотравнотипчаково-ковилових степів, синантропна рослинність.

По спектру основних життєвих форм флора цілком типова для областей помірного клімату. В ній представлені наступні основні типи: дерева – 27 видів, чагарники – 48, чагарники і напівчагарники – 26, багаторічні трав'янисті рослини – 873, дворічні – 95, однорічні трав'янисті рослини – 188 видів.

У складі флори Харківської області було відмічено 349 кормових культур, 340 – декоративних, 337 – медоносних, 571 вид лікарських, 112 – харчових, 74 – отруйних, 64 – дубильних, 60 – вітаміновмісних, 59 – фарбувальних, 57 – технічних, 36 видів жиро- та ефіроолійних рослин. До списку рослин Харківської області, занесених до Червоної книги України, входить 113 видів рослин, серед них за природоохоронним статусом: вразливих – 57, рідкісних – 18, недостатньо відомих – 3 та інші цінні види рослин.

Перелік видів рослин, що підлягають особливій охороні на території Харківської області було затверджено рішенням Харківської обласної ради від 25 вересня 2001 року з метою збереження цінних, в природному та господарському відношенні рідкісних або таких, що перебувають під загрозою зникнення на території області, видів рослин і підвищення відповідальності за їх незаконний збір, пошкодження або знищення. До списку входять 182 види судинних рослин.

Важливою складовою частиною навколишнього середовища області є тваринний світ. Безхребетні тварини Харківської області заселяють два різко відмінні між собою середовища: наземне і водне. Хоча існує значна

частина комах, яка належить до земноводних форм, що в доімагінальній стадії заселяють водойми, а в стадії імаго ведуть наземний спосіб життя (бабки, одноденки, веснянки, сизири, волохокрильці, комарі, мошки, мокриці, хірономіди, гедзі, львинки). Наземні безхребетні у межах області заселяють різноманітні біотопи як природні, так і антропогенні; як зональні (лісові, степові), так і азональні з реліктовою фауною (крейдянні відслонення, піски, солончаки).

Тваринне населення водної біоти Харківської області налічує понад 2 000 видів і представлене різними систематичними групами (найпростіші, губки, олігохети, п'явки, молюски, ракоподібні, водяні кліщі й павуки, водяні комахи), які заселяють різноманітні біотопи (річки, стариці, водосховища, озера, ставки, болота різних типів, струмки, степові поди, джерела типу реокрена чи гелокрена). Рідкісні види тварин виступають індикаторами фауністичного різноманіття.

Аналіз розподілу рідкісних видів безхребетних Харківщини за систематичним складом свідчить, що до класу комахи належить понад 97% вивченого біорізноманіття (із 229 видів – 223), по 2 види відносяться до класів п'явки та ракоподібні, по 1 виду до класів дощові черви і молюски.

Станом на 01 січня 2022 року природно-заповідний фонд Харківської області налічує 247 заповідних об'єктів, загальна площа природно-заповідного фонду становить 74,877 тис. га. Із загальної кількості – 13 об'єктів природнозаповідного фонду загальнодержавного значення і 234 – місцевого значення. Питома вага площі природно-заповідного фонду у площі адміністративнотериторіальної одиниці складає 2,4%.

Природні ландшафти спостерігаються майже на 30,4% території Харківщини. У найменш зміненому вигляді вони збереглися на землях, зайнятих лісами, чагарниками, болотами, на відкритих землях, площа яких становить лише 14,6% території області. Таким чином, стан, близький до притаманного природного, мають тільки ці території, і вони можуть бути віднесені до регіональної системи екомережі.

### 3.2. Клімат та мікроклімат

Клімат Харкова помірно континентальний: зима холодна та сніжна, але мінлива, літо — спекотне. Середня температура року — + 6,9 °С (у січні - 6,9, у липні + 20,3). Середня кількість опадів за рік 513 мм, найбільша — в червні та липні. У самому місті та приміських околицях клімат м'якший, ніж на прилеглий північній території, і тому придатний для городництва й садівництва, включно з виноградарством.

Головні фактори, що впливають на клімат міста.

- Географічна широта. Харків має широту від 49 ° 53 '(південь Основи) до 50° 05' (П'ятихатки), таким чином, середню географічну широту Харкова зазвичай приймають 50° Пн. ш. Дана географічна широта відповідає помірного поясу (який має протяжність в середньому від 45° Пн. ш до 65° Пн. ш).

- Географічне положення. Поблизу Харкова немає значних водойм, які впливають на клімат. Однак до міста можуть доходити повітряні маси з Чорного, Середземного морів та Атлантичного океану. Місто відкрите для вітрів всіх напрямків, чим обумовлені значні річні коливання температури.

Харків розташований на п'яти пагорбах і має перепад висот між верхньою і нижньою точками понад 115 метрів. Тому холодне повітря рухається з верхніх точок вниз, зазвичай у долини річок, де знижує температуру.

- Середньорічна температура — 8,1 °С.
- Середньорічна кількість опадів 515 мм.
- Середньорічна швидкість вітру 4 м/с.
- Середньорічна вологість повітря 74%.

Опади в місті випадають досить рівномірно протягом року. Як усюди в помірному поясі, опади найбільші в літні місяці, що пов'язано, головним чином, з переміщенням Сонця по екліптиці — його високе положення над горизонтом стимулює випаровування вологи і формування дощів і гроз. Найбільш вологий місяць — липень (67 мм опадів). Серпень сухіший від інших літніх місяців, що пов'язано зі сталим антициклоном. Із серпня по січень випадає від 35 до 45 мм опадів.

Найсухіші місяці — з лютого по квітень, причиною чого є мала активність Атлантики. Найменше опадів випадає в березні — у середньому 27 мм.

З року в рік кількість опадів дуже не рівномірна — за весь час метеоспостережень в місті їхня кількість коливалась від 319 мм (1957 рік) до 754 мм (1970 рік). Зафіксовано, що найбільше опадів випало в 1879 р. (898 мм), а найменше (279 мм) — в 1921 р.

В цілому зволоження міста недостатнє, випаровуваність перевищує зволоження. Атмосферна посуха — порівняно часте явище і може бути неодноразово протягом року.

За даними Харківського регіонального центру з гідрометеорології 2020 рік у Харкові був найтеплішим за весь період спостережень із середньою температурою +10,4 °С.

Таблиця 3.1

### Характеристика кліматичних параметрів міста Харків

Показник	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.	Рік
Абсолютний максимум, °С	25	29	35	37	43	48	57	57	43	21	11	8	34
Середній максимум, °С	-2	1	7	18	27	28	28	28	21	-2	-8	-15	11
Середня температура, °С	5	12	14	17	24	27	28	28	1	-17	-36	-47	5
Середній мінімум, °С	-5	-1	2	5	12	13	17	18	2	-9	-25	-56	-2
Абсолютний мінімум, °С	-9	-6	-3	-2	-1	0	2	-3	-25	-57	-69	-71	-21
Норма опадів, мм	37	33	32	24	17	12	12	47	98	157	257	369	1095
Днів з опадами	20	17	12	9	4	1	0	2	5	23	29	31	153
Днів зі снігом	5	3	2	0	0	0	0	5	23	28	30	24	120

Характер погоди в місті визначається вітрами. Якщо вітри з північного сходу, встановлюється морозна, часом дуже холодна, ясна погода. Стійкий і холодний сибірський антициклон може принести мороз до  $-30^{\circ}\text{C}$ , іноді навіть більше. Західні вітри несуть багато вологи, тоді настає відлига, іноді тривала, а температура повітря перетинає нульову позначку. Отже зима у місті характеризується зміною холодної сибірської погоди і атлантичного тепла. Кліматична зима приходить в місто на початку грудня, коли середня температура повітря падає нижче нуля. Стійкий сніговий покрив може лягти помітно пізніше, але переважно це відбувається до середини грудня. Зима зазвичай м'яка, з періодичними відлигами і похолоданнями. Кліматична зима в місті триває близько 120 днів — з кінця листопада до другої половини березня. Утім, у суворі зими цей період може тривати довше, а в теплі — набагато менше. Зокрема, в аномально теплу зиму 2006/2007 року кліматична зима була більш ніж удвічі коротше середньостатистичної. Місто знаходиться на 50-й широті, тому сонце в ясну погоду інтенсивно прогріває землю, і вночі температура значно нижче денної. Прогрів особливо відчувається зі збільшенням тривалості світлового дня. Найхолодніша погода спостерігаються в першій половині січня, тобто у дні, близькі до зимового сонцестояння, коли сонячний прогрів порівняно слабкий.

У місті бувають як м'які зими, дощові, без стійкого снігового покриву в окремі місяці, так і суворі. Грудень здебільшого тепліший, ніж січень і лютий. У січні й лютому в суворі зими середньомісячна температура може впасти нижче  $-10^{\circ}\text{C}$  (останнього разу таке спостерігалось в лютому 2012 року).

Весна в місті настає з початком березня. Але сніговий покрив може зійти ще в лютому або протриматись аж до початку квітня. Швидке зростання висоти Сонця над горизонтом і часта ясна погода (березень вважається найбільш сухим місяцем в році) швидко прогріває землю і пробуджує весну. Іноді можливе повернення холодів і в більш пізні терміни

(квітень, зрідка й початок травня), але таке буває нечасто. До кінця квітня починається активний ріст листя, а на початку травня зазвичай зникають нічні заморозки. Весна в місті стійка. Іноді навесні можлива посуха.

Кліматичне літо приходить в місто в середині або на початку травня, а закінчується в середині-кінці вересня і триває, як правило, довше календарного. Літо ділиться на два підсезони: вологий (травень — червень) і сухий (липень — вересень). Орієнтовна межа між сезонами збігається з точкою літнього сонцестояння. Під час вологого сезону погода тепла, волога і джерелом опадів є переважно переноси повітряних мас з Атлантичного океану. Під час сухого сезону основним джерелом опадів є рідкісні, але дуже сильні грози. В першу половину літа домінує хмарна, похмура погода, у другу — ясна. Пов'язано це з встановленням стійкого Азорського антициклону, домінуючого з липня по вересень. Спекотні дні найчастіше бувають в липні та серпні. Загальні тенденції літа — воно тривале, жарке й сухе. У найспекотніші дні температура може наближатися в тіні до 40-градусної позначки, 30-градусна спека — звичайне явище, іноді середній максимум місяця може перевищити цю позначку.

Осінь — надзвичайно контрастний період року. Якщо вересень має риси літніх місяців, то листопад — зимових. Жовтень знаходиться на роздоріжжі, і цього місяця може бути будь-яка погода — від спеки до досить сильних морозів. Але в цілому осінь ділиться на два підсезони: теплий і відносно сухий (вересень, іноді перша половина жовтня), і похмурий, сирий, вологий (кінець жовтня, листопад — грудень, аж до астрономічної зими). Головною особливістю осені є зниження висоти Сонця над горизонтом (більш ніж удвічі). Як наслідок, швидко знижується температура повітря, зростає активність атлантичних циклонів, Азорський антициклон відступає. Вересень має суху, теплу літню, іноді жарку погоду, переважно ясну. Листопад разом із груднем відзначається похмурою погодою. Жовтень має як теплі періоди (бабине літо), так і холодні (характерні для першої половини зими) — тоді переважають сирі дні з холодним дощем або навіть

з мокрим снігом. Листопад починається в місті на початку жовтня і закінчується на початку листопада. На початку осені ллють інтенсивні та короткі дощі, та поступово дощі стають менш інтенсивними, але більш тривалими. У листопаді (дуже рідко — у жовтні) можливе встановлення тимчасового снігового покриву. У листопаді крім тимчасового снігового покриву можливе встановлення в окремі роки до кінця місяця постійного сніжного покриву.

Таблиця 3.2

### Середньомісячна та річна швидкість вітру (м/с)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
5,3	5,9	5,4	5,0	4,2	3,6	3,5	3,6	3,9	4,5	5,0	5,2	4,59

Таблиця 3.3

### Метеорологічні характеристики

Назва характеристики	Величина
Коефіцієнт рельєфу місцевості	1,0
Середня максимальна температура повітря найтеплішого місяця, С	+21,2
Середня мінімальна температура повітря найхолоднішого місяця, С	-5,2
Середня роза повторюваності вітрів за рік :	
Північ	13,6 м/с
Північний Схід	18,9 м/с
Схід	15,5 м/с
Південний Схід	10,1м/с
Південь	8,1 м/с
Південний Захід	9,3м/с
Захід	14,1 м/с
Північний Захід	10,4 м/с
Швидкість вітру, повторюваність перевищення якого складає 5 %, м/с	11 м/с

Таблиця 3.4

**Фонові показники району експлуатації**

Кліматичні показники, що аналізуються	Підрайон	Значення кліматичних параметрів
Архітектурно-будівельний район	II	Східний степ
Температурна зона	I	Більше 3500 градусодіб
Район за вагою снігового покриву	III	1600 Па
Район за товщиною стінки ожеледиці	IV V	b=22 b=28
Район за тиском вітру	III IV V	500 Па 550 Па 600 Па
Район за середньою швидкістю вітру у зимовий період	II	Від 5,1 до 6,0 м/с
Абсолютний мінімум температури повітря	II	Від -37 до -40 °С
Середньомісячна температура повітря в січні	II	Від -2 до -6 °С
Середньомісячна температура повітря в липні	II	Від +21 до +23 °С
Абсолютний максимум температури повітря	II	Від 37 до 40 °С
Кількість опадів за рік	II	Від 550 до 700 мм
Відносна вологість у липні	II	До 65 %

Таблиця 3.5

**Річний хід температури та відносної вологості повітря**

	Значення кліматичного параметру												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
t, °С	-5,2	-4,4	0,7	9,4	15,4	19,0	21,2	19,8	14,9	8,0	1,8	-2,9	8,2
φ, %	86	84	80	66	62	65	63	61	66	75	86	89	74

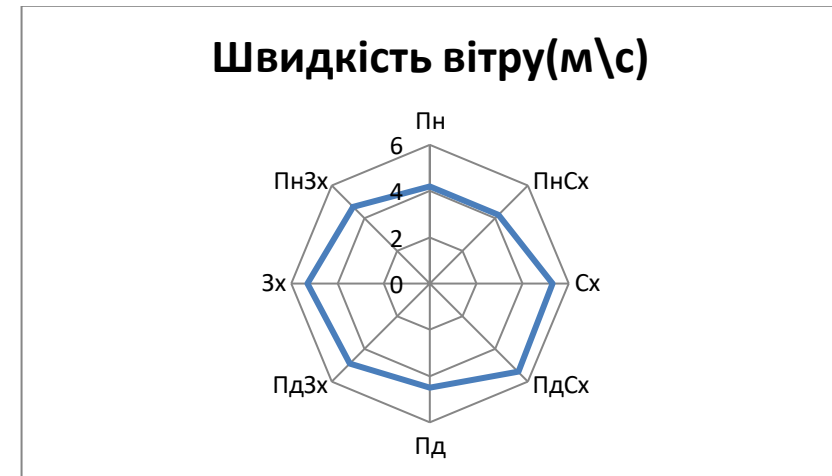
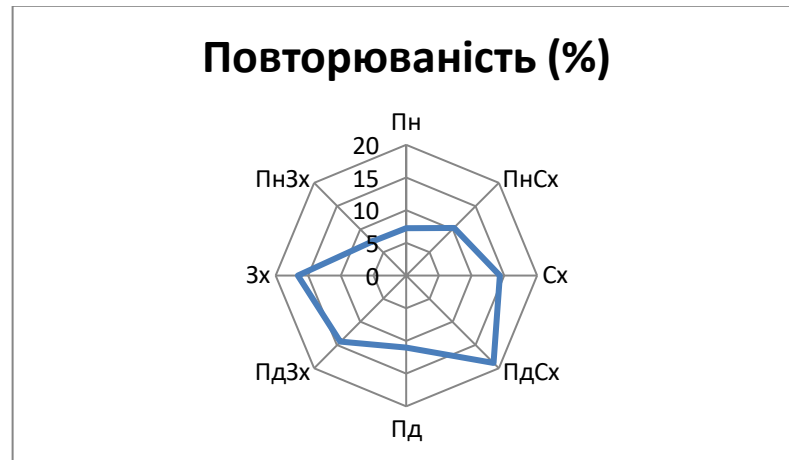
Таблиця 3.6

**Вітровий режим**

Місяці	Параметр	Бік горизонту							
		Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗх	Зх	ПнЗх
I	повторюваність	7,2	10,3	14,3	18,9	11,0	14,3	16,6	7,4
	швидкість вітру	4,2	4,2	5,3	5,4	4,5	4,9	5,3	4,7
VII	повторюваність	13,6	18,9	15,5	10,1	8,1	9,3	14,1	10,4
	швидкість вітру	3,8	3,8	4,4	4,1	3,6	3,5	4,3	4,1

Будуємо рози вітрів для січня та липня по даним повторюваності та середньої швидкості.

Січень:



Липень:

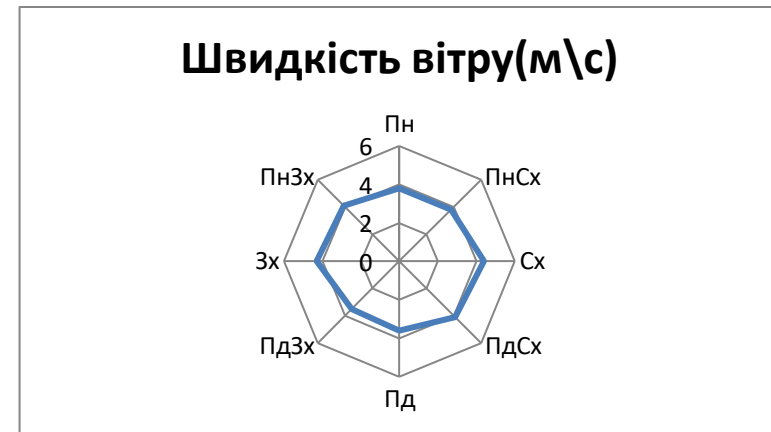
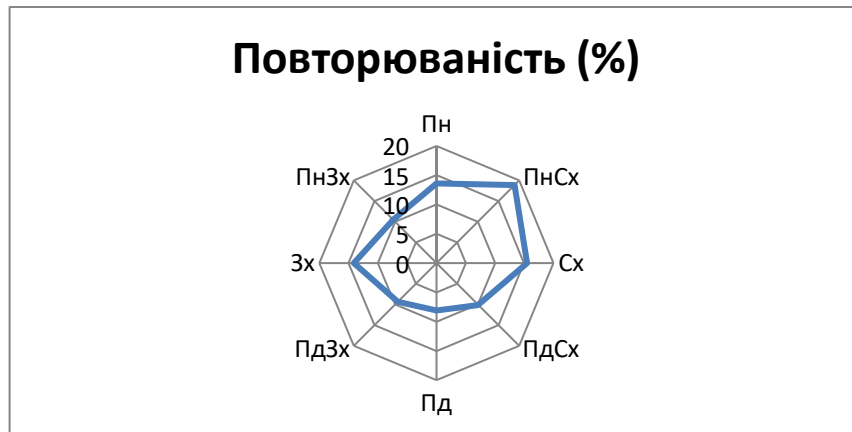
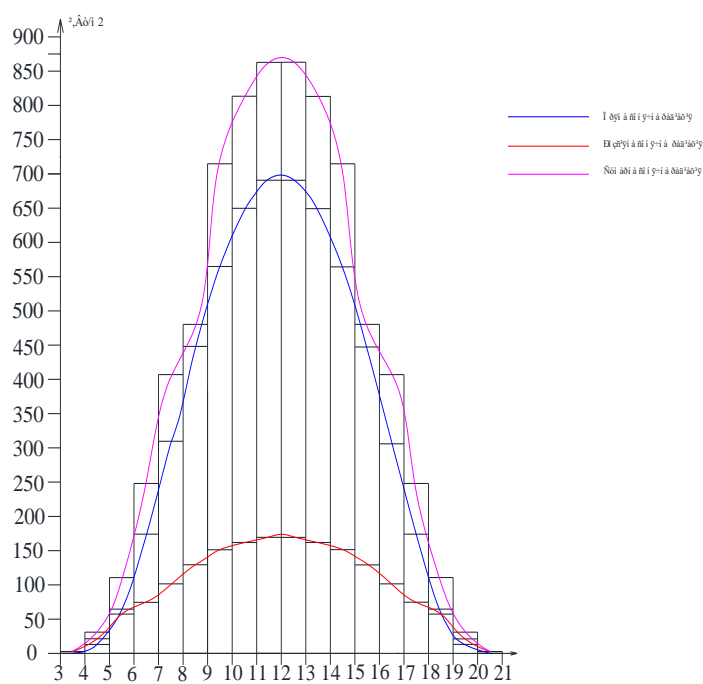


Рис.3.1. Роза вітрів за повторюваністю та швидкістю вітра

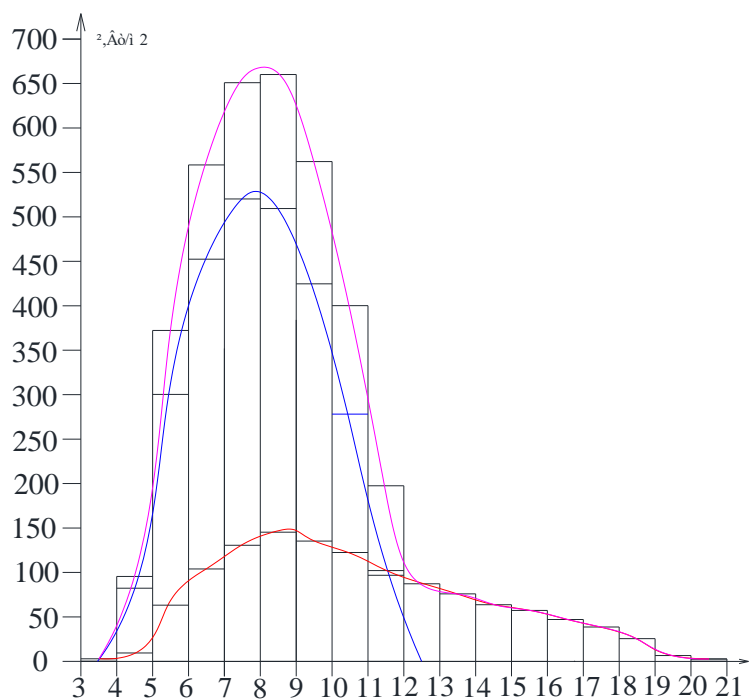


На вертикальну площину західної орієнтації		
Розсіяна	Пряма	Розсіяна
3	0	2
10	0	5
73	0	27
115	0	40
146	0	53
163	0	65
153	0	73
136	0	83
114	0	96
96	93	114
83	268	136
73	410	153
65	495	163
53	499	146
40	432	115
27	274	73
5	61	10
2	0	3

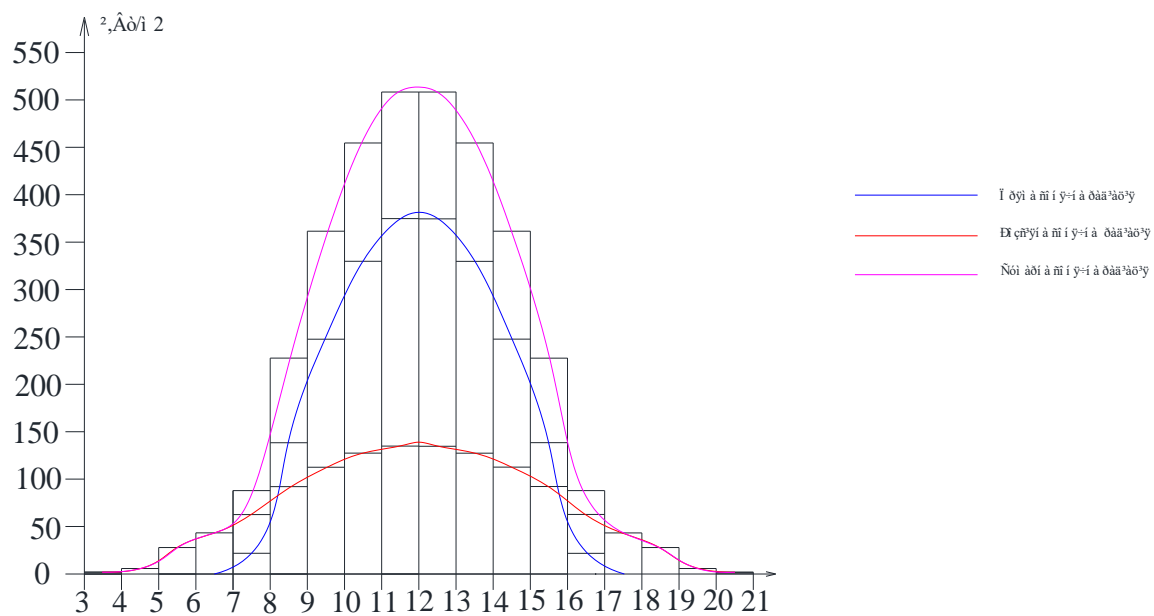
.7



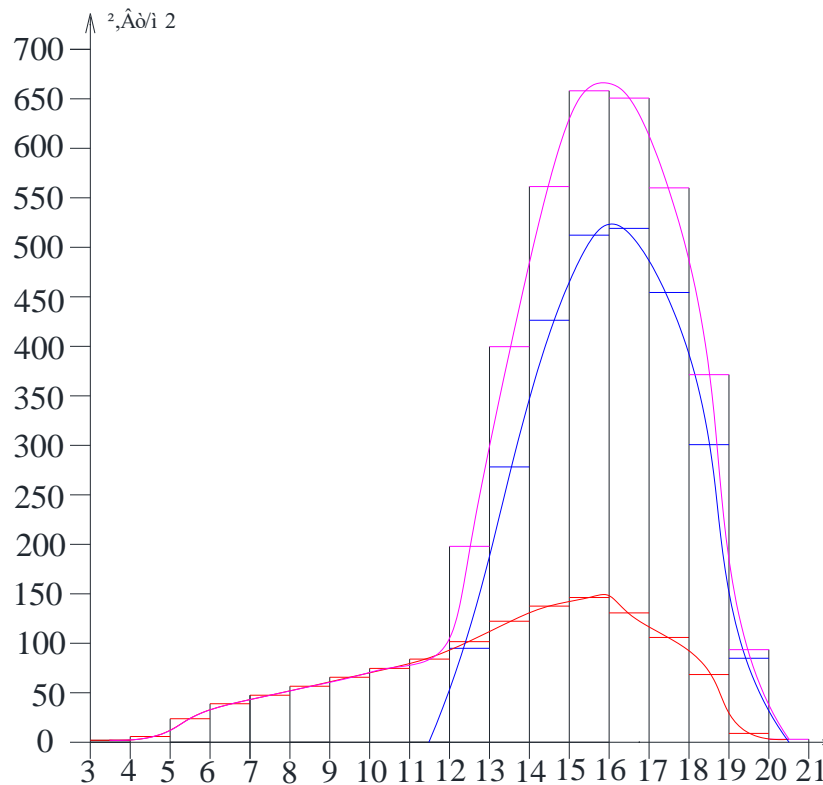
На горизонтальну площину



### На вертикальну площину східної орієнтації



### На вертикальну площину південної орієнтації



На вертикальну площину західної орієнтації

### 3.3. Характеристика геологічного середовища

Площа Харківської області складає 31,4 тис. км<sup>2</sup>, що становить 5,2% від території України. За цим показником область посідає 4 місце в країні, поступаючись лише Одеській, Дніпропетровській та Чернігівській областям. Землі області простягаються з півночі на південь більш ніж на 210 км, із заходу на схід – на 225 км.

Рельєф території Харківської області за своїм походженням в основних рисах є флювіальними, тобто виробленим переважно дією вод, що протікали. Територія області являє собою хвилясту рівнину, помірно розчленовану долинами річок. Відповідно до даних ґрунтової зйомки в межах Харківської області нараховується більше 150 різновидів ґрунтів. Причиною такої розмаїтості є насамперед приуроченість території області

до двох зон – лісостепової та степової. Найбільша розмаїтість і строкатість характерні для лісостепової частини області, хоча по площі вона менше степової частини. У північній (лісостеповій) частині області розповсюджені чорноземи глибокі, сірі, темносірі опідзолені та деградовані ґрунти, чорноземи опідзолені та деградовані. У ґрунтовому покриві степової зони переважають чорноземи звичайні та чорноземи звичайні глибокі.

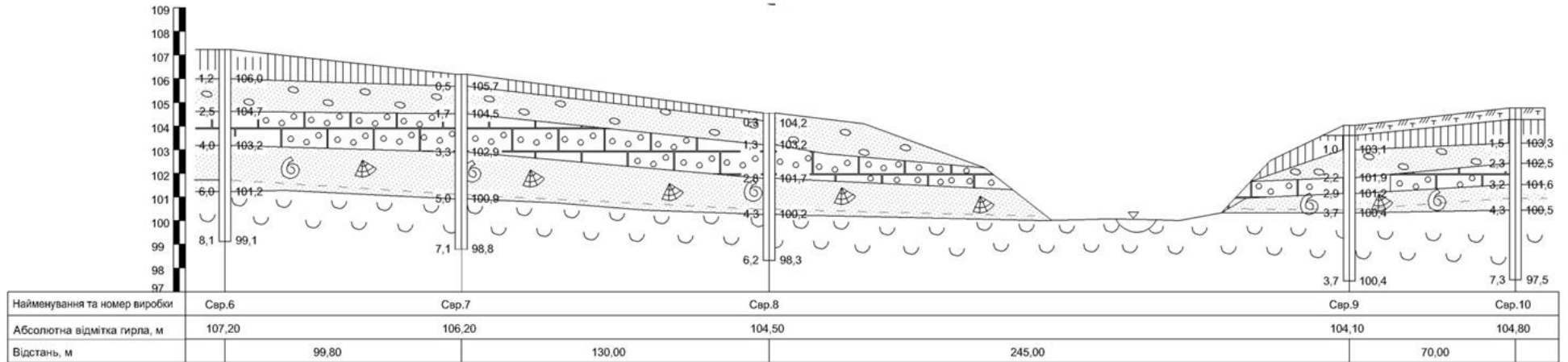
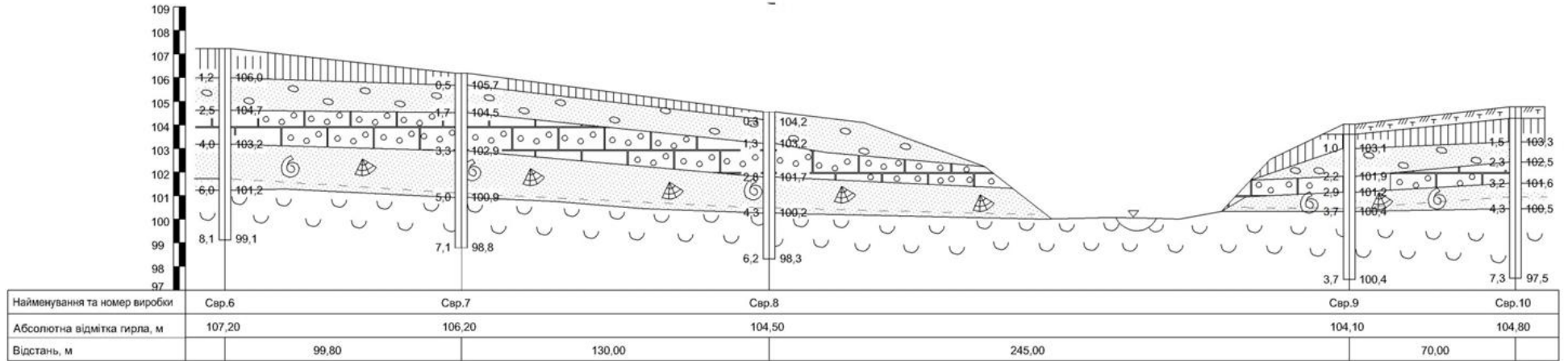
Найродючішими ґрунтами області є чорноземи типові, які становлять 38,24 % та опідзолені 10,81 %. Чорноземи звичайні глибокі 33,5 % та звичайні 11,35 %, внаслідок більшої посушливості кліматичних умов, мають меншу родючість. Серед інших менш поширених ґрунтів області в сільськогосподарському виробництві використовуються лучні чорноземні та лучні переважно солонцювато-солончакуваті ґрунти – 23 тис. га, чорноземи на пісках 7,7 тис. га, лучно-болотні та болотні ґрунти – 0,77 тис. га, практично не використовуються. Еродовані ґрунти займають 41 % площі сільськогосподарських угідь.

Сучасний стан використання земельних ресурсів не відповідає вимогам раціонального природокористування. Порушено екологічно допустиме співвідношення площ ріллі, природних кормових угідь, що негативно впливає на стійкість агроландшафту. Сільськогосподарська освоєність земель перевищує екологічно допустиму.

## Фізико-механічні властивості ґрунтів

Номер	Опис інженерно – геологічних елементів	Нормативні значення									
		Природна вологість, W, дол.од.	Щільність, $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Щільність скелету, $\rho_a$ , г/см <sup>3</sup>	Коефіцієнт пористості, дол. од	Ступінь вологості, SR дол.од	Вологість на границі розкочування WP,	Число пластичності WП, дол.од	Модуль деформації, Е, МПа	Питоме зчеплення, С, МПа	Кут внутрішньо
1	Сучасний ґрунт	0,17 0,36	1,51 1,82	1,32	0,945	0,35 0,83	0,08	0,02	6,0	0,02 0,012	17 13
2	Флювіогляціальні піски	0,14 0,33	1,56 1,86	1,39	0,895	0,41 0,89	0,12	0,03	8,0	0,015 0,01	19 16
3	Конгломерати	0,12 0,31	1,61 1,91	1,46	0,835		0,15	0,05	10,0	0,013 0,009	22 19
4	Валунні суглинки	0,09 0,28	1,67 1,96	1,53	0,740	0,33 >1,00	-	-	12,0	0,002	27
5	Глауконітові піски	0,07 0,26	1,71 1,99	1,56	0,660	>1,00	-	-	15,0	0,002	29
6	Піски і суглинки	0,05 0,24	1,74 2,04	1,59	0,630	>1,00	-	-	16,0	0,002	31

7	Первинні каоліни	0,03 0,23	1,76 2,1	1,63	0,610	>1,00	-	-	18,0	-	29
8	Лесовидний суглинок	0,14 0,23	1,43 1,56	1,71	0,751	>1,00	0,1	0,12	13,0	0,002	40



	Рослинний ґрунт
	Лесовий суглинок
	Флювіогляціальні піски
	Кремнезем
	Валунні суглинки
	Глауконітові піски
	Піски і суглинки
	Первинні каоліни
	Рівень підземних вод

## Розділ 4

### Експериментальні дослідження технологій виробництва побутових мийних засобів за принципами зеленої хімії

#### 4.1. Теоретичні засади впровадження принципів зеленої хімії у виробництві побутових мийних засобів

Технологічні процеси та хімічні речовини, відповідно до принципів зеленої хімії, розглядаються не тільки щодо виробництва речовин і матеріалів, в тому числі побутових мийних засобів, із заданими властивостями, а й з урахуванням наслідків їх впливу на довкілля. Тому зелена хімія стосується всього циклу створення хімічної продукції на різних етапах виробництва та за потреби її утилізації [22, 41]. Метою зеленої хімії є зменшення та запобігання забрудненню довкілля вже на початку розроблення хімічних технологій, тобто, унеможливлення появи негативних екологічних наслідків після їх запуску у виробництво.

Виробничі технології, які ґрунтуються на принципах зеленої хімії, запобігатимуть забрудненню на молекулярному рівні завдяки застосуванню інноваційних наукових рішень екологічних проблем. Зелена хімія перешкоджає утворенню шкідливих речовин, зменшує негативний вплив хімічних продуктів і процесів на здоров'я людини, у деяких випадках усуває небезпеку з уже наявних продуктів і процесів. Приділяється увага синтезу хімічних продуктів і процесів для зменшення шкоди здоров'ю та природі.

Положення 12 принципів зеленої хімії передбачають наступну концепцію [41]:

- запобігання утворенню відходів (хімічний синтез, який запобігає утворенню відходів, не залишаючи їх для утилізації й поховання);

- максимальне збільшення складових частин (проектування синтезу так, щоб кінцевий продукт містив максимальне співвідношення вихідних матеріалів, з найменшою кількістю відходів або без них);

- розробка безпечних хімічних синтезів (з використанням і генеруванням речовин з мінімальною токсичністю або нетоксичних для людей чи навколишнього середовища);

- синтез безпечних хімічних речовин (синтез хімічних речовин, які повною мірою ефективні, мають малу токсичність або взагалі нетоксичні);

- використання безпечних розчинників та умов реакцій (щонайменше використання розчинників або інших допоміжних хімічних речовин, а в разі потреби – найбезпечніших з них);

- підвищення енергоефективності (здійснення хімічних реакцій за кімнатної температури й тиску, якщо це можливо);

- використання відновлювальної сировини (використовувати сировину та відновлювальні вихідні матеріали – сільськогосподарські продукти або відходи;

- уникнення хімічних похідних (за можливості використання блокувальних або захисних груп чи будь-яких тимчасових модифікацій);

- використання каталізаторів, не стехіометричних реагентів (мінімізація відходів за допомогою каталітичних реакцій, використання ефективних каталізаторів в малих кількостях, що можуть здійснювати одну реакцію багаторазово);

- синтез хімікатів і речовин, що погіршуються після використання (хімічні сполуки мають розкладатися до безпечних речовин і не накопичуватися після використання);

- аналіз у режимі реального часу, щоб запобігти забрудненню (втручання в процес моніторингу та контролю під час синтезу, щоб мінімізувати або усунути утворення побічних продуктів);

- зведення до мінімуму можливості нещасних випадків (дизайн хімічних речовин та їхніх фізичних форм (твердих, рідких чи газоподібних),

щоб мінімізувати потенціал для хімічних аварій, включно з вибухами, пожежами й викидами в навколишнє середовище)

Отже, впровадження принципів зеленої хімії у технологіях виробництва побутових мийних засобів, сприятиме виготовленню ефективних засобів безпечних для здоров'я людей і навколишнього середовища.

Щодо використання каталізаторів, то потрібно усувати метали й інші токсичні домішки з мийних засобів після завершення реакцій та застосовувати надійні. Тому нині тривають дослідження неметалічних каталізаторів для вироблення речовин із сумішами, що характеризуються відповідними хімічними та біологічними властивостями.

Створення вибіркових реакцій надає перспективу ліквідувати багато проміжних стадій виробничого процесу, запобігати утворенню відходів та економити споживання електроенергії.

Застосування природних ферментів або винайдення нових, які стали б каталізаторами для проведення великомасштабних хімічних реакцій, сприятимуть скороченню стадій технологічних процесів та зменшенню токсичності реагентів. Відповідно до цього, в світі проводяться заходи збільшення інтеграції екологічних та соціальних показників у виробничі технології.

Міжнародний досвід у сфері виробництва та використання побутових мийних засобів показує, що сертифікаційні системи – це ефективний інструмент контролю виробництва та використання безпечних технологій для створення засобів високої якості [7, 9, 10, 23]. Так, Єврокомісією запропоновано зміни у сфері державних закупівель і впроваджено відповідні інструменти у Директиві 24/2014/ЄС.

При розробці технологій виробництва компанії враховують їх критерії для переходу на екологічно безпечні практики, що в свою чергу дає істотні конкурентноздатні переваги. Незважаючи на зростання екологічних та функціональних вимог, технологія виробництва побутових мийних засобів

включає поєднання типових традиційних та інноваційних способів виробництва [17, 18, 20]. Обов'язковими етапами технології виробництва побутових мийних засобів є приготування композиції, сушіння, фасування й пакування.

За типовою технологією композицію мийного засобу виготовляють змішуванням ПАР з функціональними добавками. Після фільтрування розчину йому надають однорідності з допомогою колоїдного млина. Сушіння здійснюється шляхом розпилення розчину під високим тиском (до 50 атм.) в сушильній башті за температури від 250 до 350 0С. Після сушіння речовина має вигляд гранул, які можна механічно видозмінити, наприклад, методом кристалізації за низьких температур. Така технологія є енергозастратною та неекологічною, оскільки вимагає високих температур, великих витрат на допоміжні матеріали, забруднює виробничі приміщення пилом. Також існує ризиком розпаду фосфатовмісних компонентів.

Небаштові, менш затратні технології виробництва порошкоподібних мийних засобів, полягають в розпиленні рідинних компонентів на суху підвішену основу і сухому змішуванні компонентів. Однак, побутовий мийний засіб буде низької якості через вміст пилових фракцій.

Інноваційні технології впроваджують переважно в процесі виробництва таблетованих, концентрованих, рідких та пастоподібних побутових мийних засобів. В основі технології виробництва рідких мийних засобів є процес змішування. Дана технологія досить поширена за рахунок низького рівня відходів та енергозатрат. Основним обладнанням є реактор змішування [4, 16].

Новітні технології виробництва таблетованих побутових мийних засобів полягають у нашаруванні компонентів. Основною технологічною проблемою є вибір компонентів, які б пошарово реагували в процесі прання текстильних виробів. В Європі наразі застосовують патенти на високоефективні та малошкідливі таблетовані засоби – UltraHighSpeed. Наповнювачі отримують шляхом термічної обробки неорганічних сполук,

переважно силікатів, які продукують іоноактивні сполуки високої ємності (іони  $\text{Ca}^{2+}$ ). На початку XXI ст. в Європі, і в даний час у країнах колишнього СНД поступово впроваджують технології заміни фосфатів на карбонат та фторовмісні компоненти шляхом золювання й гелювання [4, 18, 42]. Крім уникнення шкідливої дії фтору, така технологія дозволяє легко регулювати складові компоненти побутових мийних засобів.

Перспективними технологіями виробництва сухих побутових мийних засобів є метод поглинання вологи у вакуумній піносушці при інфрачервоному опромінюванні [43]. Також удосконалюються технології конвекторного та кондуктивного виробництва порошкоподібних побутових мийних засобів. Інноваційні технології гранулювання полягають в застосуванні кількох змішувачів на першому етапі з подальшою грануляцією з киплячим шаром на другій стадії.

Інноваційні технології передбачають також введення нових ефективних компонентів, що замінюють старі, шкідливі і менш ефективні, та модифікацію технологічного процесу змішування, сушіння, грануляції тощо. Таким чином впровадження принципів зеленої хімії в технологіях виробництва побутових мийних засобів передбачає оптимізацію роботи механічних засобів, заміну типових складових компонентів новими, додавання сертифікованих компонентів, застосування інноваційних технологій.

За результатами огляду джерел науково-технічної інформації, енергоефективне та екологічно безпечне виробництво побутових мийних засобів за принципами зеленої хімії передбачає, в першу чергу, відповідність архітектурного, інженерного, технологічного компонентів вимогам стандартів СОУ ОЕМ 08.002.12.065:2016 Засоби мийні та засоби для чищення. Екологічні критерії оцінювання життєвого циклу за схемою сертифікації згідно з ISO 14024 [21, 23].

Одним із прогресивних виробників в Україні, які впроваджують системні заходи переходу до ресурсощаних, безпечних технологій

створення побутових мийних засобів є компанія DeLaMark, м. Київ [44]. Вітчизняна компанія DeLaMark – виробник побутової хімії та косметичних засобів, яка першою отримала міжнародний екосертифікат "Жива планета" (за ISO 14024) на всю лінійку продукції. Є лідером у впровадженні екоініціатив, в тому числі концепції Zero Waste.

Щороку асортимент компанії поповнюється новими продуктами для чистоти дому, речей та тіла. Всі засоби від ТМ DeLaMark вироблено за сучасними рецептурами з безпечних складових компонентів найвищої якості у відповідності європейським вимогам до безпечних засобів. Засоби ТМ DeLaMark реалізують не тільки в Україні, а й в Польщі та інших країнах.

Продукцію ТМ DeLaMark відзначено нагородами українських та міжнародних конкурсів якості.

Технологія виробництва побутових мийних засобів ТМ DeLaMark складається з таких загальних стадій:

- підготовка приміщень, обладнання, персоналу, одягу;
- підготовка сировини;
- зважування сировини;
- технологічний процес виробництва – сухе змішування, сушка в природних умовах, процес калібрування та опудрування;
- фасування і пакування.

Відповідно до рисунку 4.1 перед початком виробництва перевіряють чистоту і справність обладнання, згідно з інструкціями з експлуатації. Все обладнання 51 підлягає регулярному профілактичному огляду, а при необхідності – поточному ремонту. Зважування сировини здійснюють з використанням високоточних ваг, всі дані контролюють та заносять до протоколу зважування сировини, при необхідності сировину просіюють або розмелюють на млині (калібраторі). Після зважування і підготовки сировини, згідно технологічної записки, сировину в розрахунковій кількості завантажують в змішувач. Згідно технології, у момент змішування додаються інші інгредієнти до повного перемішування. Отриманий продукт

вивантажують зі змішувача в ємності, які, у свою чергу, поміщають до сушильної шафи, де продукт сохне в природних умовах. Процес сушіння триває до отримання продукту з необхідною залишковою вологістю. Висушений продукт калібрують (калібрування проходить на спеціальному калібрувальному млині) до утворення однорідної маси. Отриманий однорідний продукт опудрюють (у ємність з продуктом додають запашки), після чого продукт фасують.

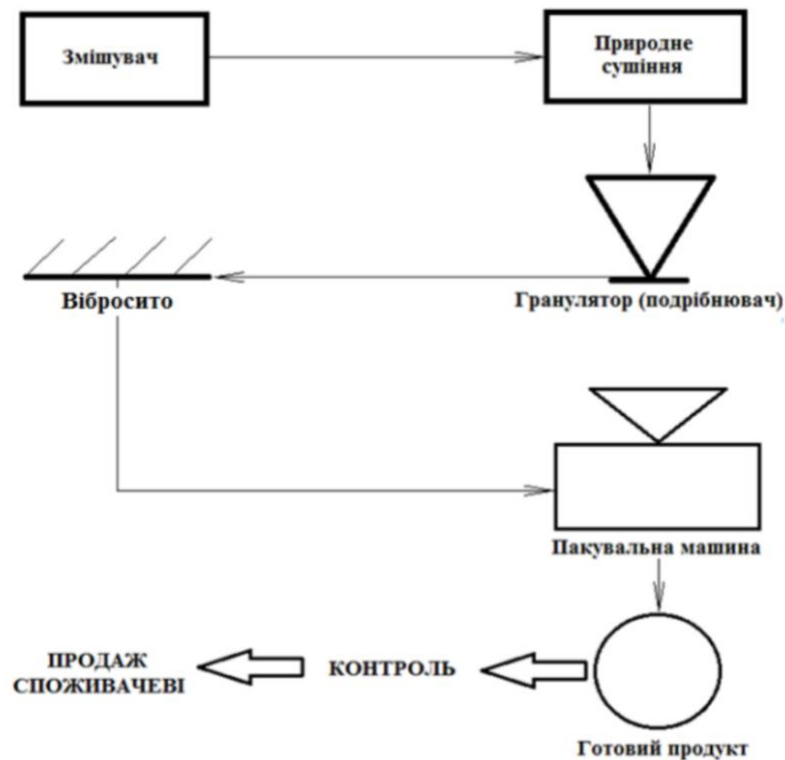


Рис. 4.1. Технологічна схема повного циклу виробництва побутових мийних засобів ТМ DeLaMar

Фасування та пакування здійснюють пакувальники в три етапи. Фасування та пакування побутового мийного засобу (прального порошку) в поліетиленові пакети проводять з використанням автоматизованої пакувальної машини. Готові картонні коробки з вкладеними пакетами датують і поміщають в пакувальну тару. Готова продукція знаходиться на карантинному зберіганні і не підлягає реалізації до видачі дозволу Уповноваженою особою.

Всі операції з сировиною, пакувальними матеріалами, напівпродуктами і готовими продуктами, включаючи відбір проб, контроль під час виробництва, карантин, видачу дозволу на реалізацію і зберігання, проводять у суворій відповідності до затверджених технологічних інструкцій і інструкцій. Щодо видачі сировини, матеріалів або напівпродуктів у виробництво, то зважування сировини проводить один працівник під контролем іншого. Операції контролю в процесі виробництва здійснюють відповідно до регламентів. Контроль за виконанням інструкцій та контроль якості продукції здійснює директор підприємства. Всі операції із забракованою сировиною, пакувальним матеріалом, напівпродуктами або готовими продуктами, проводять так, щоб уникнути будь-якої плутанини, порушень або зловживань. Забраковану сировину повертають постачальникові з протоколом аналізу. Забраковані друкарські пакувальні матеріали підлягають знищенню зі складанням відповідного акту або поверненню постачальникові для аналізу браку з метою усунення його причин. Забракована продукція підлягає утилізації із складанням відповідного акту або переробці (якщо така передбачена в регламенті) із складанням відповідного звіту. Усі зміни документують та приймають представники виробництва, контролю якості, в установленому порядку.

Отже така технологічна схема виробництва побутових мийних засобів забезпечує ефективне впровадження принципів зеленої хімії та створення безпечних, ефективних засобів високої якості.

#### **4.2. Впровадження принципів зеленої хімії при виборі складових компонентів в процесі виробництва побутових мийних засобів**

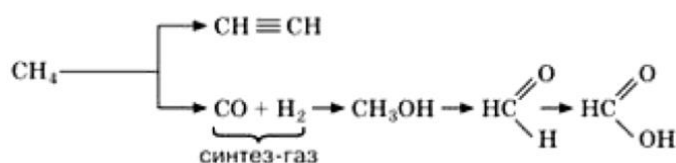
Аналіз джерел науково-технічної інформації, міжнародний досвід у сфері виробництва та використання побутових мийних засобів, показує, що

77 % споживачів готові платити більше за безпечні товари та послуги, якщо буде підтвердження в тому, що засоби за якістю відповідають сертифікації і маркуванню [5, 8, 9, 23]. Це стимулює виробників до впровадження енергоефективних, безпечних технологій і засобів.

Тривалий час сировинною базою для добування неорганічних речовин були наявні природні корисні копалини, а також вода й складові повітря. Майже до середини ХХ ст. сировиною для органічного синтезу були речовини, виділені з кам'яновугільної смоли, що утворюється в результаті коксування кам'яного вугілля, та сировина рослинного і тваринного походження [13, 17]. Проте з 20-х років минулого століття розвиток нафтохімії сприяв поступовій заміні кам'яновугільної сировини на нафтову. З метою вирішення сировинної проблеми почали використовувати речовини, які виділені з природного газу.

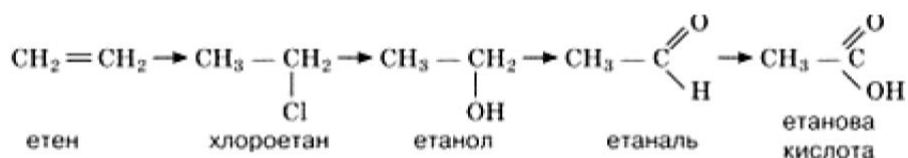
Сировиною для виробництва побутових мийних засобів є органічні речовини, що входять до складу нафти, природного газу, кам'яного вугілля, а також речовини, виділені з них шляхом первинної переробки (наприклад, продукти прямої перегонки нафти).

Наприклад, метан у великих кількостях використовують для добування етину, метанолу, метаналю, метанової кислоти:

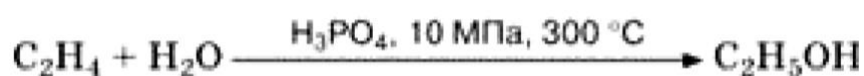


З твердих насичених вуглеводнів (парафінів) нерозгалуженої будови добувають вищі спирти та вищі жирні кислоти, що містять понад 10 атомів Карбону. Таким чином вирішується сировинна проблема виробництва ПАР, побутових мийних засобів, текстильно-допоміжних речовин тощо.

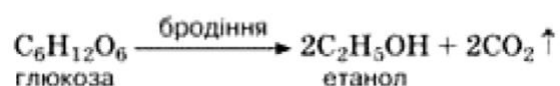
З етену добувають етанол, етанову кислоту, поліетилен. Щоб добути етанову кислоту, реакція відбувається в декілька стадій. Наприклад, за наступною схемою:



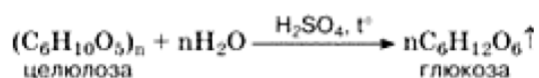
Відомо, що одну й ту саму сполуку можна добувати з різних речовин, різними способами. Наприклад етанол можна синтезувати з етену в одну стадію за температури 3000С, здійснивши реакцію гідратації з використанням ортофосфатної кислоти як каталізатора.



В промислових умовах цей спосіб має широке використання. Одержаний етанол є сировиною для синтезу каучуків, барвників, лікарських препаратів тощо. Для медичної і харчової промисловості (виготовлення спиртних напоїв) етанол добувають спиртовим бродінням глюкози, одержаної з виноградного соку або крохмалю:



Хімічна реакція відбувається з використанням дріжджів. Ще один спосіб промислового добування етанолу ґрунтується на використанні природної сировини – деревини, що на 50 % складається з целюлози. Відходи деревини у вигляді тирси піддають гідролізу з використанням розбавленої сульфатної кислоти як каталізатора за температури від 150 до 170 °С. З одержаної глюкози добувають етанол.



Етен широко використовують як вуглеводневу сировину у виробництві стирену – мономеру полістирену. Із вуглеводнів, галогенів, гідроген галогенідів синтезують багато розчинників, інсектицидів й інших речовин. Цінною вуглеводневою сировиною органічного синтезу є етин. Окисненням аренів одержують мономер для виробництва синтетичних волокон і компонентів термостійких пластмас – терефталеву кислоту:



Із хлоропохідних аренів виробляють ефективні гербіциди, розчинники та ізоляційні масла для різних галузей промисловості. Таким чином, за рахунок синтезу нових речовин і сполук енергоощадними засобами, можливе вирішення сировинної проблеми.

Аналіз складів сучасних мийних засобів [1, 10, 12, 13] свідчить про те, що мийна складова становить від 20 до 40 % від загальної маси, добавки (комплексоутворювачі (для пом'якшення води), ресорбенти, ферменти, оптичні відбілювачі) – від 60 до 80 %. Склад мийних засобів непостійний і може змінюватися залежно від умов виробництва та призначення. Тому важливими екологічними факторами, які впливатимуть на здоров'я споживачів, довілля є складові компоненти мийних засобів.

Відповідно до вимог міжнародних стандартів та Технічного регламенту мийних засобів [8, 9, 20, 22] важливими показниками є ступінь біорозкладу ПАР та відсутність фосфорнокислих солей у мийних засобах. Розрізняють первинний та повний біорозклад ПАР. Первинний це зміна хімічної структури ПАР з втратою нею основних своїх властивостей. Повний біорозклад – цілковите руйнування сполуки до повністю окиснених чи відновлених форм простих молекул (H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>). Повний біорозклад ПАР, що входять до складу мийних засобів повинен становити не менше 60

% за карбоном діоксидом, або не менше 70 % за загальним органічним карбоном.

При значеннях повного біорозкладу ПАР менше 60 % за карбоном діоксидом, або менше 70 % за загальним органічним карбоном обов'язкове визначення первинного біорозкладу ПАР, що має становити не менше 80 %. ПАР з первинним біорозкладом менше 80 % забороняються використовувати в складі мийних засобів. Масова частка фосфорнокислих солей, що входять до складу мийних засобів в перерахунку на P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> становить не більше 14 %. В засобах, що містять фосфати – 8 % з 01.01.2013 року, а з 01.01.2015 року – 4 %. З 01.01.2020 року повністю забороняється використання мийних засобів, що містять фосфати.

Мийні і адсорбційні властивості засобів залежать від природи і концентрації міцелоутворювальних ПАР (або її сумішей), розташування гідрофільної групи, природи гідрофобної частини молекули та проміжних груп. Так, речовини з карбоксильною групою характеризуються здатністю міцно утримувати забруднення та стабільністю піни. Суміщення в одній мийній ПАР сульфатної і оксиетильних груп покращує диспергувальні та емульгувальні властивості. Наявність подвійного зв'язку покращує розчинність і мийну дію, ароматичної групи – гідрофобність. Високою мийною здатністю володіють аніоноактивні речовини. Неіоногенні поліоксиетильовані алкілфеноли або спирти володіють меншою здатністю видаляти забруднення, але ця здатність зростає зі збільшенням ступеню оксиетилування.

Значним джерелом забруднювачів навколишнього середовища і шкідливого впливу на здоров'я людини є хімічні препарати, мийні засоби, ТДР. Велика кількість нових хімічних препаратів і матеріалів, включаючи мийні засоби і ТДР, використовуються для прання текстильних виробів побутового призначення. Із загальної кількості органічних хімічних препаратів (близько 250 млн. т.), які зараз використовуються в світі частина яких безконтрольно потрапляє в навколишнє середовище [1, 7].

Зміни навколишнього середовища, потрапляння до нього хімічних речовин призводять не тільки до зміни якості, але й викликає серйозні токсичні наслідки для людини у результаті надходження хімічних речовин в організм та їх участь в процесах обміну речовин.

Впровадження принципів зеленої хімії, підвищення ефективності технологій виробництва побутових мийних засобів нерозривно пов'язаний з підвищенням екологічної безпеки відповідних процесів. Через це на етапі впровадження принципів зеленої хімії у виробництві побутових мийних засобів обов'язковим стає вивчення і оцінка екологічних і токсикологічних наслідків технологічних процесів та речовин. В таблиці 4.1 подано загальну оцінку шкідливого впливу мийних засобів і ТДР, які використовують в технологіях прання текстильних виробів.

За даними таблиці 4.1 наведені препарати і речовини є складними багатокомпонентними композиціями, які не завжди повністю видаляються з виробів і матеріалів на різних етапах технологічних процесів. Що пояснюється вираженими кумулятивними властивостями певних речовин і тривалим періодом їх виведення.

За даними таблиці 4.1, складові компоненти побутових мийних засобів можуть бути джерелом негативної дії комплексу хімічних речовин різних за призначенням, класом небезпечності, біологічними ефектами. Речовини при інгаляційному надходженні, що виділяються при резорбції через шкірні покриви і безпосередньому впливові на шкіру, можуть стати причиною несприятливої біологічної дії на організм людини.

Таблиця 4.1

**Екологічний вплив компонентів мийних засобів, ТДР на довкілля та здоров'я людей**

Хімічні препарати і речовини	Операція технологічного процесу очищення	Хімічний склад	Негативний вплив
Мийні засоби	Прання, аквачищення	Продукти конденсації жирних кислот з етиленоксидом, суміші полігліколевих ефірів синтетичних жирних кислот	Зміна органолептичних властивостей води, порушення природного процесу самоочищення водоймищ
Синтетичні мийні засоби	Прання, аквачищення	Алкілсульфати, алкілсульфонати, катіони та амфотерні сполуки, суміші ПАР	Спричиняють гостре отруєння у риб (при концентрації від 1 мл/л). Токсичність продуктів розкладу
Етиленгліколі	Заключна обробка	$\text{CH}_2\text{OHCH}_2\text{OH}$	Судинна протиплазменна отрута, набряк судин, ураження нирок та центральної нервової системи
Акрилові зв'язуючі	Заклучна обробка, апретування	Ефіри акрилової кислоти	Вегетативносенсорний розлад, наркотичний вплив

Феноли (у складі апретувальних композицій)	Заключна обробка, апретування	ArOH	Ураження внутрішніх органів риб (при концентрації 0,01 мг/л), загибель риб, мутагенна дія
Формальдегід (у складі ТДР)	Апретування, ВТО і зберігання текстильних виробів	HCON	Руйнування слизових оболонок, нервові розлади, порушення зору, травлення. Токсичний вплив для повітря 0,5 мл/л; для води – 0,05 мг/л
Гідрофобізатори	Заклучна обробка	Силікони, галогенпохідні оксиалкілпіридину, покриття на основі алкідних смол і полімерних систем та ін.	Викликають хвороби внутрішніх органів людини
Зшиваючі реагенти	Заклучна обробка	Меламіно- і сечовино-формальдегідні смоли	Надають неприємного запаху і присмаку води. Сповільнюють процеси окислення
Апрети, пом'якшувачі, антисептики	Заклучна та протимікробна обробка	Поліакриламід, моноетаноламід синтетичних жирних кислот C <sub>10</sub> –C <sub>16</sub> , оксихинолят міді	Не піддаються біохімічному окисленню. Токсичні відносно активного мулу

Тому в даний час відбувається системний перегляд та впровадження нормативної документації, яка сприяє імплементації принципів зеленої хімії у технологіях виробництва побутових мийних засобів. Основні показники, які повинні контролюють відповідно до сертифікаційних систем наступні [8, 9, 20 – 23]:

- вміст відновлюваної сировини в ПАР, здатність органічних речовин продукту розщеплюватись, ступінь токсичної дії на водні організми, вміст біоцидів, ароматизаторів, барвників, летких органічних речовин, фосфатів, ферментів, вміст речовин, які викликають занепокоєння (SVHC);

- речовини, які відповідно до критеріїв Регламенту (ЄС) №1272/200810, відносять до H Phrases: токсичні речовини (H300, H301, H304, H310, H311, H330, H331, EUH070, H370, H371, H372, H373);

- канцерогенні, мутагенні та репротоксичні речовини (H340, H341, H350, H350i, H351, H360F, H360D, H360FD, H360Fd, H360Df, H361f, H361d, H361fd, H362);

- водонебезпечні речовини (H400, H410, H411, H412, H413); небезпечні речовини для озонового шару (H420);

- сенсibiliзуючі речовини (H334, H317).

Виробництво побутових мийних засобів за принципами зеленої хімії, здійснюється відповідно до вимог стандарту СОУ ОЕМ 08.002.12.065:2016 «Засоби мийні та засоби для чищення. Екологічні Критерії оцінювання життєвого циклу». Даний стандарт встановлює доповнення до державних норм безпеки ряд додаткових, більш жорстких критеріїв, розроблених відповідно до вимог міжнародного стандарту. Ці критерії визначають переваги виробництва побутових мийних засобів, ґрунтуючись на найвищих показниках безпеки прогресивних технологій.

Склад основних компонентів побутових мийних засобів за принципами зеленої хімії та їх призначення наведено в таблиці 4.2.

**Основні компоненти побутових мийних засобів за принципами зеленої хімії**

Компонент	Призначення
лимонна кислота	видалення вапняного нальоту
харчова сода	знежирення, делікатне очищення
молочна кислота	антимікробна і відбілювальна дія
ПАР рослинного походження	мийна дія і піноутворення
виноградна кислота	антимікробна дія
екстракт імбиру	антисептична дія
функціональна добавка на основі кореню цикорію	надає блиск поверхням
бамбук	надає аромат

Оцінка всіх побутових мийних засобів, здійснюється на основі екологічних критеріїв (тобто екологічних стандартів на певну категорію продукції). Екологічні критерії встановлюють кількісні та якісні показники до сировини і інгредієнтів, екологічних характеристик виробництва, готової продукції, транспортуванні і упаковці (споживчій тарі).

Світове виробництва побутових мийних засобів з поліпшеними екологічними характеристиками має позитивну динаміку [5 – 7]. В Україні вимоги Технічного регламенту мийних засобів № 717, що прийнятий постановою КМУ від 20 серпня 2008 р. та адаптований до Регламенту № 648/2004 Європейського Парламенту та Ради ЄС від 31 березня 2004 р. про мийні засоби (зі змінами від 2013 року), є обов'язковими для всіх вітчизняних виробників. Однак, Стандарти в Україні, в тому числі екологічні, застосовують на добровільній основі. У 2011 році постановою КМУ від 18.05.2011 № 529 було затверджено Технічний регламент про екологічного маркування, адаптований до Регламенту Європейського Парламенту та Ради ЄС від 25.11.2009 № 66/2010 / ЄС «Про знак

екологічного маркування Європейського Союзу», який діяв до січня 2018 року і втратив чинність згідно з Постановою КМУ № 3 від 11.01.2018. Основною метою цього Технічного регламенту було застосування точних і перевічених екологічних тверджень щодо впливу продукції на навколишнє середовище й здоров'я людини. Технічний регламент забороняв використання екологічного декларування якісних характеристик продукції типу «екологічний», «екологічно чистий», «екологічно безпечний» та інших, якщо вони не підтверджені сертифікатами відповідності.

Прийняття рішення про скасування Технічного регламенту про екологічного маркування зумовлене тим, що зазначений нормативно-правовий акт встановлював вимоги щодо присвоєння і застосування необов'язкового (добровільного) екологічного маркування в Україні, посиляючись на положення міжнародного стандарту ISO 14024:2018. Порівняльна характеристика державних норм та екологічних критеріїв до виробництва побутових мийних засобів наведена в таблиці 4.3

Таблиця 4.3

**Порівняльна характеристика державних норм та екологічних критеріїв**

Державні норми	Екологічні критерії
Ступінь біорозкладання ПАР від 60 до 70 % за 28 діб	Ступінь біорозкладання ПАР понад 80 %
Обмеження щодо вмісту кількості фосфатних сполук (фосфатів, фосфанатів)	Без вмісту речовин I, II та III класу небезпеки; речовин згідно переліку за їх фазами ризику; озоноруйнуючих та фосфорвмісних речовин.
	Понад 40 % компонентів природного походження

	Регламентування рівня токсичності продукції ( $CDV_{tox}$ )
	Обмеження вмісту запашок із встановленого переліку, ЛОС, точка кипіння яких понад 150 °С, цеолітів
	Придатність упаковки до переробки

Для виробників побутових мийних засобів такий підхід гарантує покращення якості продукції, підвищення споживчого попиту, збільшення конкурентоспроможності, обсягів продажу та отримання додаткових прибутків. Тому, незважаючи на добровільний характер системи, така оцінка відповідності побутових мийних засобів привертає особливу увагу як споживачів, так і виробників.

В Україні передбачена система функціонування органу з екологічного маркування, який забезпечує роботу системи екологічної сертифікації та маркування згідно з ISO 14024. Такі заходи сприяють сертифікації, а відповідно і створенню безпечних якісних засобів для споживачів. За даними [5 – 7] понад 26 % європейських виробників пропонують екологічно сертифіковані товари та послуги. Щороку їх кількість збільшується, а попит споживачів на такі товари зростає.

З'являються патентовані в Європі рецептури порошкових та рідких побутових мийних засобів. Наприклад, рецептура рідкого мила для прання білизни Ultra Liquid Laundry Detergent, що включає нову технологію використання сульфопохідних метилових етерів жирних кислот. Відомі інноваційні рецептури [3, 13, 16] які містять бензолсульфокислоту Bio-Soft® S-101, оптичний відбілювач Alpha-Step® MC-48 й етоксилат спирту, запашки.

### **4.3. Оцінка відповідності побутових мийних засобів, які використовують в Україні**

Згідно з дослідженнями [7, 11, 22] на вітчизняному ринку переважають такі бренди Procter&Gamble, Henkel, ReckittBenckiser, SCJohnson, Unilever, «Вінницяпобутхім», ABC chemicals ind, «МИЛАМ», Ficosota, Amway, Cussons, DeLaMark. Тому для аналізу відповідності та ефективності дії побутових мийних засобів за принципами зеленої хімії обрано дослідні зразки (пральний порошок та гель для прання) серед вказаних виробників: Ariel, Persil Universal, Лотос Біо+, Amway Home SA8, DeLaMark Universal. Пральний порошок та гель для прання Ariel, Procter&Gamble – безфосфатні мийні засоби, які призначені для універсального прання всіх видів текстильних виробів [45, 46].

Пральний порошок та гель для прання Persil, Henkel – безфосфатні мийні засоби, які призначені для універсального прання білих та кольорових текстильних виробів різного асортименту [4, 45, 46].

Пральний порошок Лотос Біо+, Вінницяпобутхім – мийний засіб, що призначений для атоматичного і ручного прання текстильних виробів з бавовняних, лляних, синтетичних і змішаних волокон. Ефективний при видаленні плям білкового походження.

Пральний порошок та гель для прання Amway Home SA8, Amway – органічні мийні засоби, які призначені для універсального прання білих та кольорових текстильних виробів різного асортименту за будь-якої температури. Ефективні при видаленні жиромасляних плям, плям білкового походження [45, 46].

Пральний порошок та гель для прання DeLaMark Universal, DeLaMark – екологічні мийні засоби, відповідають європейським стандартам екопрання, які призначені для універсального прання білих та кольорових текстильних виробів різного асортименту [44 – 46]. На упаковках усіх

зразків побутових пральних засобів зазначено, що засоби безпечні для прання та довкілля, однак системи сертифікації, зображені на упаковці прального порошку Лотос Біо+ (Вінницяпобутхім) не відповідають наведеному твердженню. На упаковках дослідних зразків пральних прошків та гелів Amway Home SA8 (Amway), DeLaMark Universal (DeLaMark) маркування повністю відповідає системам вітчизняної та міжнародної сертифікації. Споживні характеристики дослідних зразків побутових мийних засобів наведені в таблиці 4.4.

За даними таблиці 4.4 серед дослідних зразків побутових пральних засобів принципам зеленої хімії не відповідає пральний порошок Лотос Біо+. Пральні порошки та гелі Ariel, Persil Universal повністю відповідають вимогам ДСТУ України та наближаються до впровадження принципів зеленої хімії. Пральні порошки та гелі Amway Home SA8, DeLaMark Universal повністю відповідають принципам зеленої хімії та мають відповідну сертифікацію. Не зважаючи на більшу вартість даних засобів, технологія їх застосування для споживачів є енергоефективною, ресурсощадною і економічно вигідною.

Таблиця 4.4

## Споживні характеристики побутових мийних засобів

Назва засобу	Склад	Органолептичні показники	Кількість прань/ витрати засобу на 1 кг (л) засобу	Упаковка, термін придатності
Пральний порошок Ariel Procter&Gamble, США	від 5 до 15 % аніонні ПАР, до 5 % неіоногенні ПАР, фосфонати, полікарбосилат, цеоліти, ензими, ароматизуючі добавки, гераніол, гексилкоричний альдегід, ліналол	білі непрозорі гранули з вкрапленнями рожевих та блакитних гранул	7/150 г на одне прання	поліетиленова, 2 роки
Пральний порошок Persil Henkel, Німеччина	від 5 до 15 % аніонні ПАР, до 5 % неіоногенні ПАР, мило, полікарбосилати, фосфонати, ензими, запашки	білі непрозорі гранули з вкрапленнями зелених та блакитних гранул	7/150 г на одне прання	поліетиленова, 3 роки
Пральний порошок Лотос Біо+ Вінницяпобутхім, Україна	комплексні ПАР, карбонат, силікат, сульфат натрію, парфумерна композиція	білі непрозорі гранули	4/100 г на одне прання	картонна, поліетиленова, 2 роки

Пральний порошок Amway Home SA8 Amway, США	Bioquest Formula з активним киснем та біоензимами, біокомпоненти, відбілювач, натуральні пом'якшувачі води, силікати	білі непрозорі гранули з вкрапленнями блакитних гранул	24/40 г на одне прання	картонна, 2 роки
Пральний порошок DeLaMark Universal DeLaMark, Україна	карбонат натрію, сіль кухонна харчова, кисневий відбілювач, аніоноактивні ПАР, натуральне мило, силікат натрію, комплексоутворювач, неіоногенні ПАР, антиресорбент, піногасник, ферменти, лимонна кислота, оптичний відбілювач, натуральний ароматизатор	білі непрозорі гранули	90/60 г на одне прання	картонна, 2,5 роки
Гель для прання Ariel Procter&Gamble, США	від 5 до 15 % аніонні ПАР, до 5 % неіоногенні ПАР, фосфонати, полікарбосилат, цеоліти, ензими, ароматизуючі добавки, гераніол, гексилкоричний альдегід, ліналол	зелений прозорий гель	60/50 мл на одне прання	пластичова, 2 роки
Гель для прання Persil Henkel, Німеччина	від 5 до 15 % аніонні ПАР, до 5 % неіоногенні ПАР, мило, полікарбосилати, фосфонати, ензими, запашки	блакитний прозорий гель	60/50 мл на одне прання	пластичова, 3 роки

Гель для прання Amway Home SA8 Amway, США	Bioquest Formula з активним киснем та біоензимами, біокомпоненти, відбілювач, натуральні пом'якшувачі води, силікати	безбарвний прозорий гель	33/30 мл на одне прання	пластикові, 2 роки
Гель для прання DeLaMark Universal DeLaMark, Україна	карбонат натрію, сіль кухонна харчова, кисневий відбілювач, аніоноактивні ПАР, мило на основі натуральних компонентів, силікат натрію, комплексоутворювач, неіоногенні ПАР, антиресорбент, піногасник, ферменти, лимонна кислота, оптичний відбілювач, натуральний ароматизатор	безбарвний прозорий гель	50/60 мл на одне прання	пластикові, 2 роки

#### 4.4. Експериментальні дослідження показників ефективності дії побутових мийних засобів за принципами зеленої хімії

Однією з вимог до ефективності застосування побутових мийних засобів контроль рН розчину. Концентрацію водневих іонів рН дослідних зразків побутових мийних засобів визначено за допомогою рН-метра СТ-6020 відповідно до ДСТУ 2972:2010 «Засоби мийні синтетичні. Загальні технічні вимоги та методи випробування» [24, 25]. Результати дослідження наведено на рисунку 4.2.

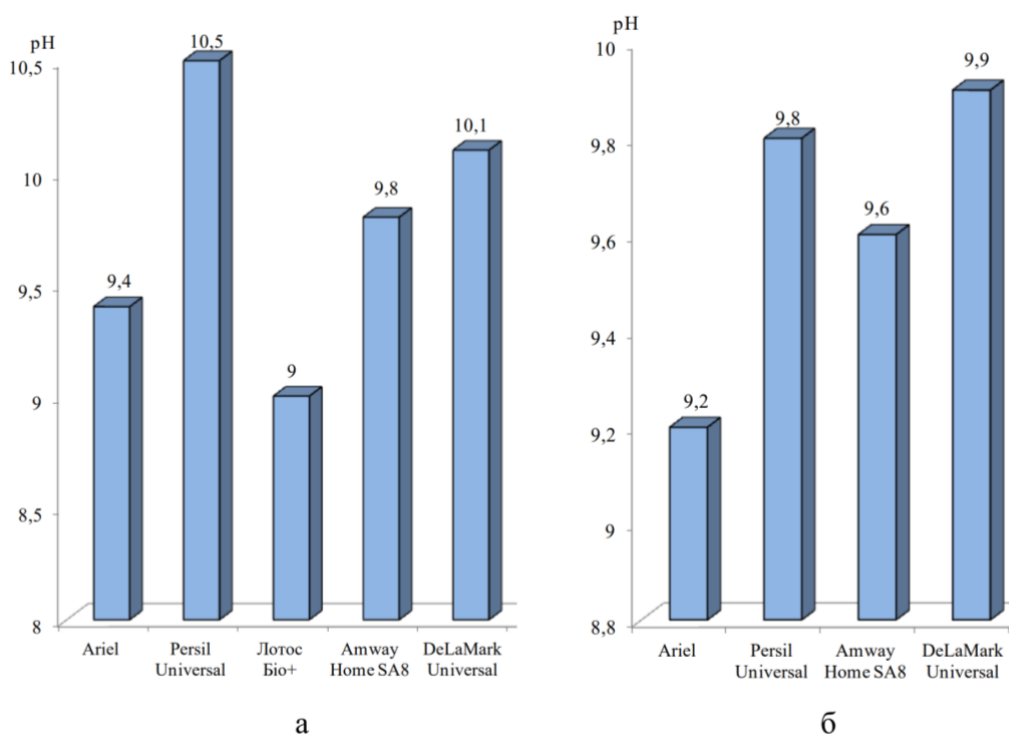


Рисунок 4.2. Концентрація водневих іонів рН дослідних зразків побутових мийних засобів: а – пральні порошки, б – гелі для прання

Відповідно до ДСТУ 2972:2010 показник концентрації водневих іонів рН, нормується в межах не більше ніж від 9,5 до 11,5. За результатами дослідження рисунку 4.2 показник водневих іонів рН знаходиться в межах лужного середовища від 9 до 10,5, що відповідає вимогам ДСТУ 2972:2010.

Ряд технологічних процесів в хімічній і текстильній промисловостях, супроводжується небажаним піноутворенням. У процесах прання велика кількість піни є негативним чинником, вона погіршує споживні властивості текстильних виробів і значно ускладнює промислове очищення стічних вод. Великі об'єми піни у барабані пральної машини призводять до збільшення часу полоскання і кількості витраченої води, що погіршує якісні показники технологічного процесу очищення виробів, створює додаткове екологічне навантаження. Рівень піни при пранні не повинен перевищувати верхній край люка в машинах з фронтальним завантаженням оскільки велика кількість піни, що утворюється, погіршує результат прання і може вивести з ладу пральну машину [6, 10].

Піноутворювальну здатність дослідних зразків побутових пральних засобів характеризували висотою підняття піни  $H$ , мм, яку визначали стандартизованим міжнародним методом Росса-Майлса. Результати експериментальних досліджень визначення піноутворювальної здатності дослідних зразків побутових пральних засобів наведені в таблиці 4.5.

За результатами експериментальних досліджень таблиці 4.5, зразки побутових мийних засобів мають низькі значення висоти пінного стовпа, що пояснюється вмістом піногасників та комплексоутворювачів у складі засобів. Висота пінного стовпа зменшується через 5 хв спостерігається незначне зменшення. Протягом досліджуваного часу відбувається руйнування дисперсної системи і спостерігається значне зменшення пінного стовпа, а для деяких засобів Amway Home SA8, DeLaMark Universal – повне зникнення піни. Найбільша висота пінного стовпа, яка повільно зменшується спостерігається у прального порошку Лотос Біо+ та у пральних засобів (порошок, гель) Persil Universal.

Таблиця 4.5.

**Висота пінного стовпа дослідних зразків побутових пральних засобів**

Назва засобу	Висота пінного стовпа, Н, мм								
	час, хв	0	5	10	20	30	40	50	60
Ariel порошок		0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
Persil Universal порошок		10	8	7	6	5	4	4	2
Лотос Біо+ порошок		2,8	2,4	2,4	2,3	2,1	1,8	1,7	1,6
Amway Home SA8 порошок		0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2
Delamark Universal порошок		5	5	5	1	0	0	0	0
Ariel гель для прання		0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,2	0,2	0,2
Persil Universal гель для прання		10	6	5	5	3	3	3	3
Amway Home SA8 гель для прання		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,3	0,1
Delamark Universal гель для прання		6	5	3	3	2	2	0	0

Важливою характеристикою побутових пральних порошків є вміст пилу. Відомо [1, 8], що тонкодисперсні частинки порошкоподібних мийних засобів глибоко проникають в дихальні шляхи організму людини. Це

призводить до тяжких отруєнь, порушення обмінних процесів, загострення хронічних захворювань, запалень слизових оболонок, утруднення дихання, кашлю і нападів астми. Крім того через шкіру пилові частинки потрапляють в організм людини та викликають порушення роботи печінки, нирок, скелетних м'язів. Механізм впливу на організм людини пилових частинок пральних порошків – це взаємодія їх із ліпідно-білковими мембранами й проникнення через них у різні структурні елементи клітини, викликаючи тим самим тонкі, глибокі зміни в біохімічних і біофізичних процесах, а також порушення кислотно-лужної рівноваги клітин шкіри і, як наслідок, дерматологічні захворювання, алергічні реакції. Тому у порошкоподібних пральних засобах нормативними документами суворо регламентується допустимий вміст пилу.

Масову частку пилу в порошкоподібних мийних засобах визначено відповідно ДСТУ 2972:2010. Розрахунки масової частки пилу в дослідних зразках пральних порошків наведено в таблиці 4.6 та рисунку 4.3.

За результатами експериментальних даних таблиці 4.6, рисунку 3.3, вміст пилу у дослідних зразках пральних порошків становить від 0 до 1,2 % та відповідає регламентованим значенням нормативних документів, не перевищує 5 %

Таблиця 4.6

#### Визначення масової частки пилу А, % пральних порошків

Назва прального порошку	Масова частка пилу А, %
Ariel	0
Persil universal	0,8
Лотос Біо+	1,2
Amway Home SA8	0
Delamark Universal	1

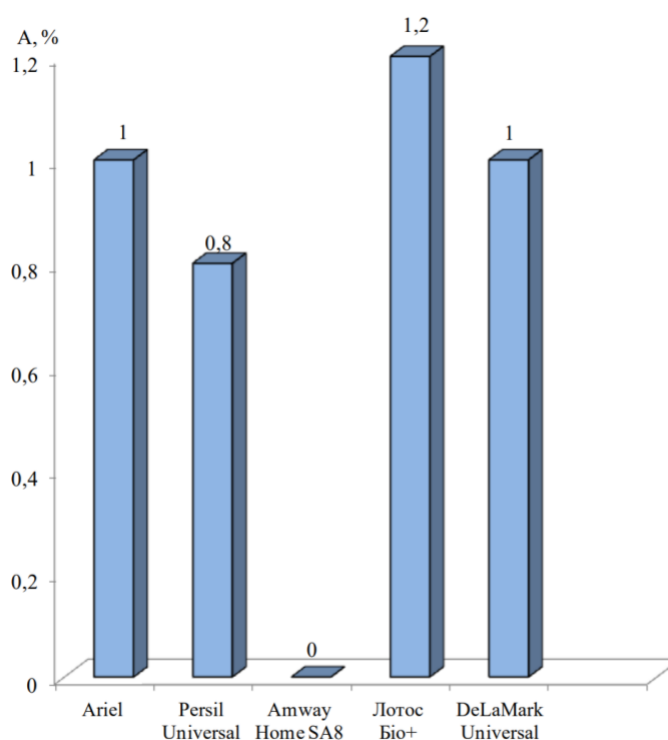


Рис. 4.3. Масова частка пилю в дослідних зразках пральних порошків

#### 4.5. Аналіз мийної дії дослідних зразків побутових мийних засобів

Основною властивістю побутових мийних засобів є мийна дія, яка забезпечує високу якість видалення забруднень з текстильних виробів та ефективність застосування побутових мийних засобів. Тому даний показник регламентується у нормативних документах в технологіях виробництва побутових мийних засобів і становить не менше 85 % [9, 10].

Мийну дію дослідних зразків побутових мийних засобів визначали фотометричним методом [30]. Результати дослідження наведено в таблиці 4.7.

За даними таблиці 4.7 мийна дія дослідних зразків побутових мийних засобів знаходиться в межах від 86 % до 98 %. Отже, ефективність мийної дії побутових мийних засобів відповідає вимогам нормативної документації, оскільки перевищує 85 %. Найвищі показники мийної дії

мають побутові пральні засоби Ariel, Amway Home SA8, DeLaMark Universal.

Таблиця 4.7

#### Мийна дія зразків побутових мийних засобів

Назва мийного засобу	МД, %
Ariel порошок	94
Persil universal порошок	88
Лотос Біо+ порошок	86
Amway Home SA8 порошок	98
Delamark Universal порошок	96
Ariel гель для прання	92
Persil universal гель для прання	86
Amway Home SA8 гель для прання	96
Delamark Universal гель для прання	98

Важливим критерієм оцінки якості прання текстильних виробів є збереження їх експлуатаційних властивостей, зокрема стійкість до стирання. Під час прання під дією фізико-хімічних факторів вироби змінюють свої лінійні розміри, а інколи і вихідну форму. Це явище небажане, свідчить про нестабільність форми текстильних виробів та впливає на придатність виробів до використання. Вироби із тканин, трикотажних і нетканих полотен в процесі експлуатації піддаються дії деформацій розтягування, що призводить до розхитування їх структури, погіршення властивостей в результаті втомлюваності і кінцевому результаті до руйнування [32, 33].

#### 4.6. Дослідження стійкості зразків тканин до стирання

Здатність текстильних виробів витримувати дію багаторазового прання є характеристикою терміну використання текстильних виробів в процесі експлуатації. При багатократних циклах прання відбувається поступове розхитування внутрішньо молекулярної структури волокон та ниток. Крім цього, спостерігається порушення зовнішніх зв'язків між окремими волокнами в пряжі, між окремими елементарними нитками в комплексних нитках і між нитками в виробах. Тому з метою запобігання руйнування текстильних виробів доцільно застосовувати технологічні режими та побутові мийні засоби за принципами зеленої хімії. Стійкість до стирання (кількість циклів) по площині зразків бавовняної тканини після багаторазового прання наведено в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8

**Стійкість до стирання досліджуваних зразків, кількість циклів**

Назва мийного засобу	Вихідний зразок бавовняної тканини	10 циклів прання	25 циклів прання
Ariel порошок	5200	4800	3800
Persil universal порошок	5200	4800	3900
Лотос Біо+ порошок	5200	4750	3500
Amway Home SA8 порошок	5200	4850	4000
Delamark Universal порошок	5200	4900	3950
Ariel гель для прання	5200	4800	3950
Persil universal гель для прання	5200	5000	4000
Amway Home SA8 гель для прання	5200	4800	3900
Delamark Universal гель для прання	5200	4900	4100

За даними таблиці 4.8 спостерігаються невисокі значення міцності бавовняної тканини після багаторазового прання від 3500 до 5000 циклів стирання, що пов'язано з гідрофільною природою целюлозних волокон та

розташуванням волокон в тканинах. Після 25 циклів прання відбувається більше падіння міцності матеріалу, ніж після 10 циклів за рахунок інтенсивності впливів фізико-механічної дії на зразки тканин. Таким чином, при впровадженні технологій за принципами зеленої хімії, збільшується кількість циклів прання у порівнянні з існуючими технологіями, подовжується термін експлуатації виробів, що сприяє зменшенню кількості текстильних відходів.

#### **4.7. Токсикологічна оцінка впливу побутових мийних засобів на живі організми**

Токсикологічна оцінка безпечності побутових мийних засобів проводилася шляхом біотестування розчинів у діапазоні концентрацій від 0,01 до 100 мг/л з використанням у якості тест-об'єктів ракоподібних *Daphnia magna* і рослин ряски малої [33 – 36].

Для визначення токсикологічної оцінки дослідних зразків побутових мийних засобів обрано рослини ряски, які візуально були життєздатні та мали хороший фізіологічний стан. Облік біологічних показників проведено на 1, 3, 5, 7, 10-у добу. Ступінь впливу композицій біоПАР на ряску малу визначено за біолого-фізіологічними показниками життєдіяльності рослин відповідно до стандартизованих методик.

Еспериментальні дослідження гострої токсичності показали, що найбільша виживаність *Daphnia magna* спостерігалась у розчинах мийних засобів при всіх досліджених концентраціях, навіть при 100 мг/л (90 % живих особин).

Результати токсикологічної оцінки побутових мийних засобів на об'єкти біотестування ряску наведено в таблиці 4.9.

Таблиця 4.9

**Токсикологічна оцінка впливу побутових мийних засобів на ряску**

Назва мийного засобу	Концентрація мийного засобу, мл/г				
	0, (H <sub>2</sub> O дист)	0,5	1	1,5	2
Ariel порошок	100	100	100	100	100
Persil universal порошок	100	100	100	100	100
Лотос Біо+ порошок	100	100	100	100	100
Amway Home SA8 порошок	100	100	100	100	100
Delamark Universal порошок	100	100	100	100	100
Ariel гель для прання	100	100	100	100	100
Persil universal гель для прання	100	100	100	100	100
Amway Home SA8 гель для прання	100	100	100	100	100
Delamark Universal гель для прання	100	100	100	100	100

Під час дослідження було з'ясовано, що у зразках побутових мийних засобів всі особини ряски залишилися живими, а виживаність *Daphnia magna* склала 90 % протягом проведення експерименту. Це підтверджує безпечність даних засобів для навколишнього середовища.

Отже, дослідні зразки побутових мийних засобів різних виробників, характеризуються високими показниками ефективності дії та безпекою застосування для прання виробів, що дозволить ефективно видаляти забруднення, зменшити екологічне навантаження на навколишнє середовище, впроваджувати принципи зеленої хімії на вітчизняному ринку побутових мийних засобів.

## Розділ 5

### Проблеми хімічних відходів при виробництві миючих засобів

Порошкоподібні синтетичні миючі засоби (СМЗ), є одним з основних хімічних забруднювачів, що поступають в оточуюче середовище (у атмосферу та водоймища) при роботі підприємств, що випускають товари побутової хімії. Аналіз наявності хімічних відходів є видом науково-практичної діяльності, яку ведуть спеціальні підрозділи Мінекобезпеки України. Метою досліджень було проведення аналізу та надання характеристики хімічних відходів при виробництві порошкоподібних миючих засобів для попередження негативного впливу антропогенної активності на стан навколишнього середовища та здоров'я людей, а також оцінка ступеня ефективної екологічної безпеки господарської діяльності та екологічної ситуації на окремих територіях і об'єктах.

Негативна дія синтетичних миючих засобів (СМЗ) на навколишнє середовище обумовлена вмістом поверхневоактивних речовин (ПАР) із різним ступенем біорозкладання, що входять до складу СМЗ, а також фосфатами різних видів та проявляється у евтрофікації водоймищ та збідненні їх киснем, зміненні фізико-хімічних властивостей води та зниження її якості при інтенсивному піноутворенні, посиленні токсичності розповсюджених забруднювачів.

Проведено стислу характеристику об'єкта, що спеціалізується на виробництві СМЗ, як споживача природних ресурсів. Діяльність підприємства пов'язана з викидами шкідливих речовин у повітря, тому такі підприємства розташовуються за межами міста, в областях без порушення меж існуючих територій природно-заповідного фонду та згідно із законом України «Про охорону навколишнього середовища» та законом України «Про екологічну експертизу». Підприємство має бути відокремленим від інших підприємств та житлових будівель, має мати санітарно захисну зону,

яка служить для нейтралізації всіх негативних наслідків при роботі підприємства.

На підприємстві шкідливі речовини потрапляють в атмосферу як з стаціонарних, так і неорганізованих джерел викидів. Організований викид потрапляє в атмосферу через спеціальні пристрої (воздуховідводи, газовідводи). Неорганізовані викиди потрапляють в атмосферу у вигляді ненаправлених потоків (автотранспорт, складські приміщення). Практично з усіх джерел викидів в атмосферу потрапляють двоокис сірки, пил, окис вуглецю, оксиди азоту. значна кількість пального спалюється автомобільним транспортом. основними шкідливими речовинами, що містяться у вихлопних газах двигунів внутрішнього згорання є окис вуглецю, оксиди азоту, вуглеводні та інші речовини. Газоочищення для неорганізованих викидів непередбачено, але треба звертати увагу відносно очистки організованих викидів. Тому слід проводити заходи по зниженню викидів (дотримання технології виробництва, використання очисного обладнання). Згідно з наявністю викидів у атмосферу, підприємство дає звітність про валові викиди, і у відповідності до цього розраховується величина платні. Валовий викид шкідливих речовин не повинен перевищувати нормативів гранично допустимих викидів атмосферного повітря, що встановлені згідно із законом України «Про охорону атмосферного повітря».

Стічні води скидаються в міську каналізацію, тому необхідно контролювати рівень допустимих рівні забрудненості. Забруднення, що утворюються, нешкідливі для мікроорганізмів, що очищують воду. Забруднення у воду поступають періодично.

Згідно схеми виробництва основними джерелами забруднення стічних вод є миття приміщень, обладнання і використання води для побутових потреб. У цьому випадку у стічні води попадають синтетичні поверхнево-активні речовини, органічні сполуки. зважені речовини. Так показниками забрудненості органічними сполуками стічних вод є хімічне

споживання кисню та біохімічне споживання кисню, які відображають рівень забрудненості води за кількістю кисню, що витрачається для окислення домішок. Попадання СПАР та фосфатів у промислові стоки в силу специфіки виробництв СМЗ здійснюється на стадії підготовки композиції при аварійних переповненнях дозаторів, а також при вибраківці приготовленої суміші. Рівень технологічних втрат по вказаних причинах досягає 0,1% при загальному рівні втрат 1...2%, що відповідає величині розрахункових втрат за рахунок пилоносу.

Для зниження кількості СПАР та фосфатів в промислових стоках необхідно розробляти такі заходи:

– зниження кількості переповнень дозаторів СПАР та фосфатів за рахунок: контролю працездатності ваговимірювальника та його оперативного резервування при ідентифікації несправності; контроль допустимого діапазону змінення вхідного вимірювального сигналу; паралельної обробки вимірювального сигналу різноманітними функціональними вузлами пристрою керування дозатором; контролю вузлів корекції вимірювального сигналу та величини зважування; комплексного контролю вимірювального тракту по зразковому сигналу; контролю переповнення вагового бункера як за вагою, так і за об'ємом, із забезпеченням аварійної блокування виконавчих механізмів завантажування; введення додаткового обмеження на величину граничної наважки («зона ризику») для дозаторів СПАР та фосфатів;

– підвищення надійності процесу виготовлення композиції шляхом контролю працездатності технологічного устаткування лінії дозування та якості виготовляємої суміші (композиції СМЗ) за рахунок: блокування процесу дозування при аваріях окремих каналів дозування з забезпеченням можливості переходу на резервні канали; контролю часткового вмісту ПАР та фосфатів у поточному циклі; дозування та блокування їх розвантаження при виході розрахункової величини за встановлені межі;

– механічне очищення стічних вод перед скидом у міську каналізацію шляхом відфільтрування цих речовин за допомогою сітки. Інформація про забрудненість стічних вод міститься у паспорті водного господарства, термін дії якого 5 років.

Таким чином при роботі підприємства по виробництву СМЗ утворюються хімічні відходи, які попадають у повітря у стічні води, що обов'язково має враховуватись при роботі підприємства та при сплаті податків у держбюджет.

## Розділ 6

### Охорона праці на підприємстві

Біогазові установки у промисловості використовуються для отримання енергії з відновлюваних джерел та впровадження безвідходних технологій переробки біомаси з метою виробництва метану та зменшення викидів парникових газів при максимальному використанні сировини. Загальна кількість біогазових установок у Європі перевищує 12 тис., з яких більш 9 тис. у Німеччині. В наш час в Україні знаходяться в експлуатації або на стадії будівництва понад 15 біогазових установок (БГУ) [53].

Метан, який становить від 50 до 75% біогазу, утворює вибухонебезпечні суміші в повітрі, і представляє небезпеку для вибуху. Нижня вибухова межа метану 4,4 об.%, а верхня –16,5 об.%. За роки експлуатації біогазових установок в Європі були наступні аварійні ситуації: витік з резервуару для збереження відходів; витік біогазу безпосередньо з місць розподілу і зберігання; викид сірководня при аварійних ситуаціях; забруднення водних джерел в наслідок аварійного скидування стічних вод; вихід з ладу устаткування пожежогасінні внаслідок черезмірного переповнювання через сильні зливи; присутність у сировині для виробництва біогазу потенційно небезпечних речовин.

Аналіз аварій з вибухами дозволяє виділити наступні групи: аварії, пов'язані зі зберіганням біогазу, пов'язані з транспортуванням біогазу та пов'язані з отриманням біогазу в процесі для анаеробного зброджування. Встановлено і узагальнені аварійні ситуації на біогазових установках: аварійний скид фільтрату; забруднення навколишнього середовища вихідним сировиною або продуктами; переповнення реактора; зупинення реакторів; перезаповнення піною; випуск метану (без займання); займання метану (в резервуарі); накопичення та займання метану в будівлі; виникнення пожежі в безпосередній близькості від установки; задуха або отруєння газами; викид сірководню; пожежа в окремих секторах заводу;

ураження електричним струмом; травмування рухомими частинами механізмів; падіння з висоти; опіки; зараження патогенними мікроорганізмами; аварійний скид субстрату; вплив на навколишнє середовище при утилізації забрудненого матеріалу. До можливих зон ризику біогазових установок відносяться: ревізійний отвір в реакторі для мішалки; незворушне оглядове вікно.

При обслуговуванні біогазових установок можлива дія на працівників хімічно, фізично-, біологічно- та психофізіологічно небезпечних факторів. До хімічно небезпечних факторів відносяться:

- метан – газ 4-го класу небезпеки. ГДК = 300 мг/м<sup>3</sup> у повітрі робочої зони. Токсична дія метану у звичайних умовах визначається головним чином нестачею кисню.

- сірководень – газ 4-го класу небезпеки, ГДК у повітрі робочої зони – 10 мг/м<sup>3</sup>. Потрапляючи в організм, речовина окислюється і утворює неорганічні сполуки;

- аміак – газ 4-го класу небезпеки. Володіє сильною токсичною дією на організм людини.

До фізично небезпечних факторів відносяться:

- підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини. Можливе місцеве травмування в вигляді електроопіків, електричних знаків та ін., або ураження всього організму внаслідок порушення діяльності життєво-важливих органів і систем (серця, дихання);

- машини, що пересуваються та рухливі механізми обладнання можуть призвести до травм та поранень рухливими частинами. - рухомі та обертальні частини машин та механізмів, що може призвести до травмування та загибелі людини;

- підвищений рівень шуму і вібрації, що може призвести до професійної туговухості при їх тривалій дії. Вібрація впливає на ЦНС,

серце, органи, що визначають рівновагу тіла людини та інше; - недостатнє освітлення робочої зони, що веде до втрати зору, викликає стомлення;

- небезпечний рівень напруги 380В електричній мережі, замикання, що може відбутися через тіло людини і призвести до загибелі;

- підвищена температура поверхні обладнання призводить до небезпеки одержання людиною термічних опіків;

- наявність пов'язаних систем і апаратів, які працюють під тиском веде до травмування, пожежам при аварії;

- промисловий та внутрішньозаводський транспорт, що може призвести до механічної травми і загибелі людини;

- підвищена температура повітря в робочій зоні що може призвести до порушення терморегуляції організму людини.

Таблиця 5.1

### Небезпечні та шкідливі фактори

№ п/п	Небезпечні та шкідливі виробничі фактори	Джерело, види робіт	Кількісні оцінки	Норматив
1	Електричний струм	Експлуатаційні	U=380В U=220В	ДБН А.3.2-2-2009 р.10
2	Підвищений і рівень шуму та вібрації	Експлуатація насосних станцій, систем вентиляції	Рівень 80 дБ	ДСН 3.3.6037-99 ДСН 3.3.6. 039-99
3	Шкідливі речовини	Ремонт мереж каналізації, хлорування	ПДК NO <sub>2</sub> - 2мг/м <sup>3</sup> ПДК Р - 0,03 мг/м <sup>3</sup>	ГОСТ 12.1.005-88 НПАОП 40.2-7.01-97
4	Недостатнє освітлення	Виконання робіт по експлуатації, ремонту інженерних систем	3 лк	ДБН В.2.5-28-2018 ГОСТ 12.1.046-85

5	Параметри мікроклімату	Експлуатація систем (Середньої важкості Іа)	Температура повітря, 19-21°C Відносна вологість, 60-40 % Швидкість руху повітря, 0,2 м/сек	ГОСТ 12.1.005-88 ДСН 3.3.6.042-99
6	Пожежна безпека	Експлуатація і ремонт інженерних систем	Клас вибухонебезпечності В Іа; Категорія Г; Ступінь вогнестійкості ІІ	ДБН В.1.1-7-2016 ДБН В.1.2-7-2008 ДСТУ Б В.1.1.-36:2016

## Висновки

1. В кваліфікаційній роботі визначено основні вимоги та технології виробництва побутових мийних засобів за принципами зеленої хімії відповідно до вимог СОУ ОЕМ 08.002.12.065:2016 Мийні засоби та засоби для чищення. Екологічні критерії оцінювання життєвого циклу за схемою сертифікації згідно з ISO 14024.

2. Сучасний асортимент побутових мийних засобів характеризується широким спектром засобів різного призначення та якості. Однак більшість споживачів надають перевагу саме екологічним продуктам, які пройшли відповідну сертифікацію та мають відповідне маркування. Це зумовлено тим, що в даний час споживачі піклуються про власне здоров'я та стан навколишнього середовища. Експериментальні дослідження проведено для дослідних зразків побутових мийних засобів за принципами зеленої хімії (пральний порошок та гель для прання): Ariel, Persil Universal, Лотос Біо+, Amway Home SA8, DeLaMark Universal.

3. Охарактеризовано переваги і недоліки сучасний мийних засобів та здійснено порівняльну оцінку звичайних мийних засобів та побутових мийних засобів за принципами зеленої хімії. Проаналізовано та визначено основні екологічні, гігієнічні та функціональні показники: зовнішній вигляд; колір; запах; показник концентрації водневих іонів 1 % водного розчину (од. рН); мийна здатність (%); масова частка пилу (%); міцність зразків тканини після 25 циклів прання (кількість циклів); піноутворювальна здатність: висота піни (мм); токсикологічна дія. Концентрацію водневих іонів рН дослідних зразків побутових мийних засобів визначено за допомогою рН-метра СТ-6020 відповідно до ДСТУ 2972:2010 «Засоби мийні синтетичні. Загальні технічні вимоги та методи випробування». За результатами дослідження показник водневих іонів рН знаходиться в межах лужного середовища від 9 до 10,5, що відповідає вимогам ДСТУ 2972:2010.

4. За результатами експериментальних даних вміст пилу у дослідних зразках пральних порошків становить від 0 до 1,2 % та відповідає регламентованим значенням нормативних документів, не перевищує 5 %. Мийну дію дослідних зразків побутових мийних засобів визначали фотометричним методом. Мийна дія дослідних зразків побутових мийних засобів знаходиться в межах від 86 % до 98 %. Отже, ефективність мийної дії побутових мийних засобів відповідає вимогам нормативної документації, оскільки перевищує 85 %. Найвищі показники мийної дії мають побутові пральні засоби Ariel, Amway Home SA8, DeLaMark Universal.

5. При впровадженні технологій за принципами зеленої хімії, збільшується кількість циклів прання у порівнянні з існуючими технологіями, подовжується термін експлуатації виробів, що сприяє зменшенню кількості текстильних відходів. Токсикологічна оцінка безпечності побутових мийних засобів проводилася шляхом біотестування з використанням у якості тест-об'єктів ракоподібних *Daphnia magna* і рослин ряски малої. Під час дослідження було з'ясовано, що у зразках побутових мийних засобів всі особини ряски залишилися живими, а виживаність *Daphnia magna* склала 90 % протягом проведення експерименту. Це підтверджує безпечність даних засобів для навколишнього середовища.

## Список використаної літератури

1. Барна М.Ю. Стан та тенденції розвитку ринку синтетичних мийних засобів/ М.Ю.Барна, О.Я. Демкевич// Науковий вісник НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.5. – С. 183–187.
2. Paraska O. Trends in the market of surfactants in Ukraine and assessment of their effectiveness/ O. Paraska, S. Karvan, L. Daniv// 9th World surfactant congress and business convention, Barcelona, Spain, June 10-12st, 2013.– P. 48.
3. Freire. Chapter 2. Biosurfactants: Production and Applications/ R.S. Reis, G.J. Pacheco, A.G. Pereira, and D.M.G.// Biodegradation – Life of Science/ Ed. by R. Chamy and F. Rosenkranz. – Rijeka. – 2013. – P. 31–61.
4. Корпорація Хенкель [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.henkel.ua/>. (дата звернення 20.11.2023 р.).
5. Greening the economy through Life Cycle Thinkin. UNEP DTIE Sustainable Consumption and Production Branch. Paris France. – 2012. – 64 p.
6. Louis Tan Tai Ho. Formulating Detergents and Personal Care Products: A Complete Guide to Product Development / Louis Tan Tai Ho. – US : American Oil Chemists' Society, 2000. – 465 p.
7. Population and Labour Data: World Bank [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://data.worldbank.org/>. (дата звернення 20.11.2023 р.).
8. R. LoMonaco-Benzing. Sustainability as social contract: textile and apparel professionals' value conflicts within the corporate moral responsibility spectrum/ R. LoMonaco-Benzing, J. Ha-Brookshire // Sustainability.– 2016. – 8 (12). – 1278 p.
9. Герасімова В.Г., Дишнієвич Н.Є., Головащенко Г.В. Сучасні особливості регламентації безпечного застосування синтетичних мийних засобів в країнах Євросоюзу, Митного союзу та в Україні// Сучасні проблеми токсикології, харчової та хімічної безпеки. – 2013. – № 3 (62). – С. 5 – 11.

10. Параска О.А. Сучасні вимоги до виробництва мийних засобів в Україні/ О.А. Параска, В.О. Ковальська, С.А. Карван// Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2016. – № 2. – С. 273–277.

11. Державний класифікатор продукції та послуг ДК 016: 2010 Режим доступу: <https://dkpp.rv.ua/>. (дата звернення 20.11.2023 р.).

12. Laundry Experience Event 2017. March 17-18th, 2017, Helmond, Netherlands.

13. Ларге К.Р. Поверхностно-активные вещества: синтез, свойства, анализ, применение/К.Р. Ларге, Л.П. Зайченко – СПб.: Профессия, 2004 – 240 с.

14. Gilbert P. Cationic antiseptics: diversity of action under a common epithet/ Gilbert P., Moore L.E.// J Appl. Microbiol. – 2005 – № 99. – P. 703-715.

15. Братенко М.К. Синтез і протимікробна дія нових 4-піразоловмісних 1,4-дигідропіридин-3,5-дикарбоксилатів і 3,4-дигідропіримідин-5- карбоксилатів/ М.К. Братенко, М.М. Барус, Д.В. Ротар, М.В. Вовк// Вісник ЧУ. Випуск 753. – 2015. – 15-22 с.

16. Холмберг К. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах/ К. Холмберг, Б. Йёнссон, Б. Кронберг, Б. Линдман; [пер. с англ. Г. П. Ямпольской, под ред. Б. Д. Сумма]. – М.: Бином. Лабор. знаний, 2007. – 528с.

17. Загальна хімічна технологія: Підручник/ В.Т. Яворський, Т.В. Перекупко, З.О. Знак, Л.В. Савчук. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2005. – 552 с.

18. ПАТ «Барва» [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.barva.com.ua/ua/>. (дата звернення: 20.11.2023 р.).

19. Стенворд Д. Франчайзинг в малому бізнесі: пер. з англ./ [заг. ред. Петра Тарасенка]. – К.: Знання, 2008. – 361 с.

20. Г.Ю. Шпортько. Етапи переходу на систему «бережливе виробництво» промислових підприємств України/Г.Ю. Шпортько// Економічний простір. – 2013. – № 73. – С. 289-297.

21. Веренікін О. Зелена хімія в Україні: міф чи реальність? Яку побутову хімію варто обирати для вашого офісу?// ECOBUSINESS. Екологія підприємства– № 7 – 2019.

22. Зелена хімія [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.products.pcc.eu/>. (дата звернення: 20.11.2023 р.).

23. Берзіна С. Екологічна сертифікація та маркування: головні акценти для споживача// Екологічна безпека. – № 3. – 2018. – с. 42-46.

24. ДСТУ 2972:2010. Засоби мийні синтетичні порошкоподібні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань. [Чинний від 2010-12-27]. Київ: 204 Держспоживстандарт України, 2011. 11 с.

25. Технічна експертиза, стандартизація сировини та товарної продукції: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів напрямку підготовки 6.051301 хімічна технологія/ О.А. Параска. – Хмельницький: ХНУ, 2016. – 36 с.

26. Речовини поверхнево-активні. Визначення піноутворювальної здатності модифікованим методом Росс-Майлса.: ДСТУ ISO696: 2005. – [Чинний від 2007-08-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 12 с. – (Національний стандарт України).

27. Paraska, O. The determination of the parameters of foaming [Text]: inter. scien. conf./ O. Paraska, V. Stopchak, M. Odarchuk// Sesje studenckich kół naukowych, Crakow, Poland, 9 May, 2013. – P. 59–60.

28. Матеріали текстильні. Професійний догляд. Сухе та вологе чищення тканин і одягу. Частина 4. Процедура визначення характеристик після чищення з використанням модельованого мокрого чищення (ISO 3175-4: 2003, IDT) : ДСТУ ISO 3175-4-2005. – [Чинний від 2005-10-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 8 с. – (Національний стандарт України).

29. Параска О.А. Аналіз методів визначення миючої здатності поверхнево-активних речовин/ О.А. Параска, С.А. Карван, О.І. Кулаков// Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2006. – № 2. – С. 83 – 87.

30. Средства моющие синтетические. Метод определения моющей способности: ГОСТ 22567.15 – 95 – [Введен с 1996-07-01] – М.: Издательство стандартов, 1996 – 34 с. – (Межгосударственный стандарт).

31. Кучер З.С. Матеріалознавство швейного виробництва: [навчально-метод. посібник]/ З.С. Кучер, С.Л. Кучер. – Кривий Ріг: Видавничий дім, 2009. – 320 с.

32. Лазур К.Р. Швейне матеріалознавство: підручник / Лазур К.Р. – Львів: Світ, 2003. – 240 с.

33. Науково-методичні аспекти токсиколого-клінічних досліджень впливу мінерального складу питної води на стан здоров'я населення (огляд літератури)/ М.Г. Проданчук, І.В. Мудрий, В.І. Великий, Г.І. Петрашенко, А.А. Калашніков [та ін.]. Сучасні проблеми токсикології. 2006. №3. С. 6 – 10.

34. Бухштаб З. И., Мельник А. П., Ковалев В. М. Технология синтетических моющих средств. Москва: Легпромбытиздат, 1988. – 320 с.

35. Филенко О. Ф. Биологические методы в контроле качества окружающей среды // Экологические системы и приборы. 2007. – № 6. – С. 13 – 19.

36. Романенко В.Д. Методологічні основи гідробіологічних досліджень водних екосистем/ Романенко В.Д. – Київ: Наукова думка, 2001. – 728 с.

37. Самарский А.А. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры/ А.А. Самарский, А.П. Михайлов – М.: Физмат, 2001 – 320 с.

38. Аністратенко В.О. Математичне планування експериментів в АПК/ В.О. Аністратенко, В.Г. Федоров – Київ: Вища школа, 1993 – 375 с.

39. Мамчич Т. Статистичний аналіз даних з пакетом STATISTICA / Т. Мамчич, А. Оленко, М. Осипчук, В. Шпортюк. - Дрогобич: Відродження, 2006. - 208 с.
40. Бахрушин В.С. Методи аналізу даних: навчальний посібник для студентів/ В.С. Бахрушин. - Запоріжжя: КПУ, 2011. - 268 с.
41. Paul T Anastas. Design through the 12 principles of green engineering/ Paul T Anastas., Julie B Zimmerman// Environ Sci Technol. – № 37 (5). – 2003. – р. 94-101. doi: 10.1021/es032373g.
42. Ещенко, Л.С., Касилович В.В. Синтетические моющие средства, их состав и получение. Наука и инновации. 2007. № 5 (51). С. 47-50.
43. Макитянский, В.В., Давидюк В.В., Саипова Л.Х. Кинетика влагопоглощения сухих моющих средств. Вести. Астрахан. гос. технол. унта. 2006. №2. С. 144-147.
44. ТМ DELAMARK [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://delamark.ua/>. (дата звернення: 20.11.2023 р.).
45. Побутові пральні засоби [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://prom.ua/> (дата звернення: 20.11.2023 р.).
46. Пральні засоби [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://rozetka.com.ua/> (дата звернення: 20.11.2023 р.).
47. Khan S., Malik A. Environmental and health effects of textile industry wastewater, in environmental deterioration and human health// Springer. – 2014. – P. 55 – 71.
48. Чекман І. С. Підручник для студентів медичних факультетів/ І.С. Чекман, Н.О. Горчаков, Л.І. Казак. Фармакологія. Видання 2-ге – Вінниця: Нова книга, 2011. – 784 с