

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Навчально-науковий інститут природокористування
Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня магістр

студента Скиби Дениса Ігоровича
(ПІБ)
академічної групи 183М-21-1П
(шифр)
(шифр)
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
(код і назва спеціальності)
за освітньо-професійною програмою – Технології захисту навколишнього середовища
на тему «УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ СКЛА В УМОВАХ ТОВ «УТИЛІТА»
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
роботи	Борисовська О.О.		
розділів:			
Теоретичного	Борисовська О.О.		
Дослідного	Борисовська О.О.		
Технологічного	Борисовська О.О.		
Охорони праці	Чеберячко Ю.І.		
Економічного	Павличенко А.В.		
Рецензент			
Нормоконтролер	Ґрунтова В.Ю.		

Дніпро
2022

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

ЗАТВЕРДЖЕНО:
 завідувачка кафедри
 ЕТЗНС

«__» _____ 2022 року

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу ступеня магістра
студенту Скибі Д.І. академічної групи 183м-21-1 ІІІ
 (прізвище та ініціали) (шифр)
спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
за освітньо-професійною програмою – Технології захисту навколишнього
середовища
на тему «УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ
СКЛА В УМОВАХ ТОВ «УТИЛІТА», затверджену наказом ректора НТУ
«Дніпровська політехніка» від 28.10.2022 р. №1187-с

(наводиться наказ, яким затверджено тему кваліфікаційної роботи)

Розділ	Зміст	Термін виконання
Теоретичний	Виконати аналіз літератури з проблеми утилізації корисних компонентів твердих побутових відходів	01.10.22 – 15.10.22
Дослідницький	Провести аналіз можливих шляхів утилізації відходів скла. Надати характеристику склобою як вторинному матеріальному ресурсу	16.10.22 – 31.10.22
Технологічний	Запропонувати заходи щодо удосконалення технології переробки відходів скла в умовах ТОВ «Утиліта»	01.12.22 – 10.12.22
Охорона праці	Проаналізувати шкідливі і небезпечні виробничі фактори на підприємстві та подати інженерно-технічні заходи боротьби з ними. Розглянути вимоги безпеки при експлуатації обладнання	11.12.22 – 12.12.22
Економічний	Розрахувати капітальні і експлуатаційні витрати запропонованого способу утилізації відходів	13.12.22 – 14.12.22

Завдання видано

Борисовська О.О.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі: 01.10.2022 р.

Дата подання до екзаменаційної комісії: 20.01.2022 р.

Прийнято до виконання

Скиба Д.І.

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 101 с., 37 рис., 9 табл., 5 додатків, 28 джерел.

Мета кваліфікаційної роботи: удосконалення системи поводження з відходами скла на ТОВ «Утиліта» шляхом введення в технологічний цикл операції часткової переробки склобою, що дозволить зменшити надходження відходів скла на полігони.

В кваліфікаційній роботі наведено аналіз проблеми накопичення твердих побутових відходів в Україні, порівняно існуючі методи поводження з відходами, конкретизовано задачі, спрямовані на пошук оптимального природоохоронного рішення з урахуванням останніх досягнень науки і техніки.

У другому розділі виконаний аналіз можливих шляхів утилізації відходів скла. Склобій охарактеризований як якісний вторинний матеріальний ресурс.

У третьому розділі на основі виконаного аналізу запропонований метод виробництва теплоізоляційних піноматеріалів на основі склобою. Проведено аналіз, що підтверджує доцільність запропонованого технологічного рішення, яке спрямовано на поліпшення екологічних умов та стану екологічної безпеки.

Новизна технічних рішень полягає у впровадженні одноступеневої лінії з виробництва гранульованого піноскла.

У розділі «Охорона праці» обґрунтовані заходи щодо безпечного ведення робіт на ТОВ «Утиліта» з використанням запропонованого обладнання.

В економічній частині наведено розрахунки економічного ефекту, якого можна досягнути при реалізації запропонованого рішення.

Практичне значення роботи полягає у суттєвому підвищенні екологічної безпеки досліджуваної території, зменшенні об'ємів накопичення відходів, виробництві та реалізації нових видів продукції.

**ТВЕРДІ ПОБУТОВІ ВІДХОДИ, ПОВОДЖЕННЯ З ВІДХОДАМИ,
УТИЛІЗАЦІЯ, ПЕРЕРОБКА, РЕЦИКЛІНГ, СКЛОБІЙ, ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЙНІ
МАТЕРІАЛИ, ПІНОСКЛО, ВТОРИННА СИРОВИНА**

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІЗ СИСТЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ	8
1.1 Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні	9
1.2 Сучасний стан поводження з вторсировиною	16
1.3 Загальна характеристика ТОВ «Утиліта»	20
1.3.1 Характеристика природно-кліматичних умов району розміщення підприємства	22
1.3.2 Характеристика підприємства	23
2 АНАЛІЗ ШЛЯХІВ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ СКЛОБОЮ	26
2.1 Характеристика склобою як вторинного матеріального ресурсу	26
2.2 Можливі шляхи утилізації відходів скла	31
2.2.1 Додавання до шихти	31
2.2.2 Композиційні матеріали	33
2.2.3 Використання у цементній промисловості	34
2.2.4 Виробництво керамічних виробів	35
2.2.5 Виробництво тобермориту	36
2.2.6 Виробництво скловолокна	38
2.2.7 Виробництво піноскла	43
2.2.8 Використання у дорожньому будівництві	45
2.2.9 Інші напрями	46
3 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ СКЛА В УМОВАХ ТОВ «УТИЛІТА»	48
3.1 Можливі шляхи утилізації відходів скла	48
3.2 Переваги використання виробів з піноскла	52
3.3 Технологія виробництва піноскла	58
3.4 Прийняття ефективного технологічного рішення	66
3.4.1 Ділянка подрібнення склобою	66
3.4.2 Ділянка помолу подрібненого скла	68

3.4.3 Ділянка приготування гранульованої сировинної суміші	70
3.4.4 Ділянка сушки	71
3.4.5 Ділянка відпалу і спінення гранул	72
3.4.6 Ділянка сортування і затарки	73
3.5 Організація робіт для реалізації прийнятого рішення	74
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	76
4.1 Організація служби охорони праці на підприємстві	77
4.2 Аналіз виробничого травматизму, професійних захворювань при існуючих технологічних процесах та обладнанні на підприємствах	78
4.3 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів	78
4.4 Виробниче освітлення	80
4.5 Пожежна безпека	81
4.6 Заходи щодо зниження шуму і вібрації	82
4.7 Заходи щодо захисту робітників і службовців від небезпечних і шкідливих виробничих факторів	82
5 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЗАПРОПОНОВАНИХ РІШЕНЬ	84
5.1 Розрахунок капітальних витрат	84
5.2 Розрахунок експлуатаційних витрат	84
5.3 Розрахунок економічного ефекту	86
5.4 Розрахунок строку окупності	87
ВИСНОВКИ	89
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	91
Додаток А. Копія публікації	94
Додаток Б. Відгук керівника	97
Додаток В. Рецензія	98
Додаток Д. Відгуки керівників розділів	99
Додаток Е. Довідка про результати перевірки тексту кваліфікаційної роботи магістра на присутність запозичень	100

ВСТУП

Актуальність теми.

На сьогоднішній день одною з головних проблем людства є глобальне потепління та забруднення всіх екосистем планети різноманітними відходами. Україна не є виключенням з цієї тенденції. За офіційними даними кожного року українці викидають більше 10 млн тон сміття, тобто приблизно 300-400 кг на кожного нашого мешканця. Не малу частину цих відходів складають відходи скла. На сьогоднішній день в Україні переробляється лише близько 5 % всього сміття.

Мета роботи та завдання кваліфікаційної роботи. Метою роботи є удосконалення системи поводження з відходами скла на ТОВ «Утиліта» шляхом введення в технологічний цикл операції часткової переробки склобою, що дозволить зменшити надходження відходів скла на полігони.

Для досягнення зазначеної мети були поставлені такі задачі:

1. Аналіз останніх досліджень і публікацій з проблеми утилізації корисних компонентів твердих побутових відходів.
2. Аналіз можливих шляхів утилізації відходів скла.
3. Розробка заходів щодо удосконалення технології переробки відходів скла в умовах ТОВ «Утиліта».
4. Розробка заходів з охорони праці при впровадженні запропонованих рішень.
5. Розрахунок економічної ефективності впровадження розроблених технічних рішень.

Об'єкт досліджень – відходи скла.

Предмет досліджень – властивості відходів скла як вторинних матеріальних ресурсів та напрями їх утилізації.

Апробація результатів магістерської роботи.

Апробація роботи проводилась на Міжнародній дистанційній екологічній науково-практичній конференції «ЕКОЛОГІЯ. ЗДОРОВ'Я

ЛЮДИНИ. ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЛЮДСТВА» (01 грудня 2022 рік, м. Харків). За результатами досліджень надруковано тези доповіді.

Публікація:

Екологічні аспекти утилізації відходів скла / Скиба Д.І., Борисовська О.О. // «Екологія. Здоров'я людини. Проблеми та перспективи людства»: матер. Міжнародної дистанційної екологічної наук.- практик. конференції, 01 грудня 2022 р. / Під ред. О. А. Шемчук. – Х.: ФК НФаУ, 2022. – С.288-290.

1 АНАЛІЗ СИСТЕМИ ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ В УКРАЇНІ

На сучасному етапі розвитку суспільства питання поводження з відходами поряд з іншими екологічними проблемами посідають одне з чільних місць в екологічній безпеці та сталому розвитку країни. Їх вирішення пов'язано з необхідністю узгодження комплексу екологічних, економічних та соціальних завдань і вимагає постійних системних зусиль з боку органів управління, науковців та громадськості.

Структуру утворення відходів за видами економічної діяльності наведено на рис. 1.1 [1].

Отже, 98,7 % відходів в Україні утворюється від економічної діяльності і лише 1,3% від діяльності домогосподарств. Особливістю структури утворення відходів в Україні, у зв'язку з сировинною орієнтацією економіки, є висока частка у їх складі відходів добувної промисловості (розкривних порід та продуктів збагачення корисних копалин – шламів, хвостів тощо) – понад 84,6 %. На інші види діяльності припадає 16,4%.

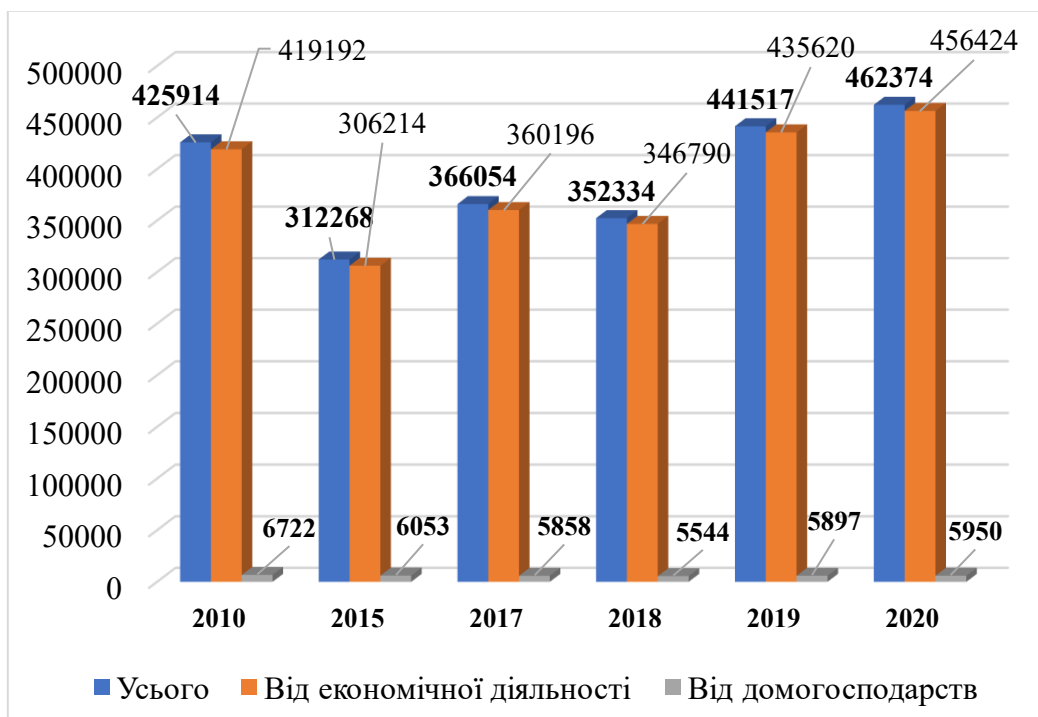


Рис. 1.1 – Структура утворення відходів за видами економічної діяльності у 2020 р., тис.т

1.1 Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні

Побутові відходи залишаються однією з найбільш гострих господарських і природоохоронних проблем.

В Україні за 2021 рік утворилось понад 51 млн. м³ побутових відходів, або понад 10 млн. т, які захоронюються на 6 тис. сміттєзвалищ і полігонів загальною площею майже 9 тис. га.

Збирання побутових відходів. Майже 79% населення України охоплено послугами з вивезення побутових відходів.

Завдяки впровадженню, в 1725 населеному пункті роздільного збирання побутових відходів, роботі 34 сміттєсортувальних ліній, 1 сміттєспалювального заводу і 3 сміттєспалювальних установок перероблено та утилізовано близько 7,64% побутових відходів, з них: 1,14% спалено, а 6,5% побутових відходів потрапило на заготівельні пункти вторинної сировини та сміттєпереробні лінії.

Полігони побутових відходів. Кількість перевантажених сміттєзвалищ становить 230 од. (3,8%), а 824 од. (13,8%) не відповідають нормам екологічної безпеки.

Неналежним чином проводилась робота з паспортизації та рекультивації сміттєзвалищ. З 1489 сміттєзвалищ, які потребують паспортизації, у 2021 році фактично паспортизовано 48 одиниць (потребує паспортизації 24% сміттєзвалищ від їх загальної кількості).

З 371 сміттєзвалища, які потребують рекультивації, фактично рекультивовано 29 одиниць.

Потреба у будівництві нових полігонів складає 288 одиниць.

Через неналежну систему поводження з твердими побутовими відходами в населених пунктах, як правило у приватному секторі, у звітному році виявлено 26,8 тис. несанкціонованих звалищ, що займають площу 0,6 тис. га, з них ліквідовано у 2021 році 25,5 тис несанкціонованих звалищ площею 0,38 тис. га.

Суб'єкти господарювання, які надають послуги з вивезення побутових відходів. Проводиться відповідна робота зі створення ринкових умов та розвитку конкурентного середовища. Так, у 2021 році, надавали послуги у сфері санітарної очистки 1096 організацій, в тому числі 227 приватної власності (21%).

Чисельність працюючих у сфері поводження з побутовими відходами складає майже 17,7 тис. осіб.

Загальна кількість спеціально обладнаних транспортних засобів складає майже 3,7 тис. одиниць. Середній показник зношеності спецавтотранспорту у 2021 році складав 62% [2].

Загальною тенденцією для України, на відміну від європейських держав, є низький рівень перероблення й утилізації ТПВ та високий показник їх захоронення на полігонах.

При захороненні відходів на полігонах та звалищах відбувається процес забруднення ґрунтів фільтраційними стоками звалищ, що призводить до забруднення підземних вод та негативно впливає на здоров'я людей. Значна частина полігонів працюють в режимі перевантаження, не відповідають санітарним і природоохоронним нормам. Крім того почастишали випадки вивезення ТПВ на невідповідні звалища, а також виникнення несанкціонованих звалищ, особливо у приватному секторі.

Аналіз даних, наведених у таблиці 1.1 та на рисунку 1.2 показує, що з понад 10 млн т зібраних побутових відходів лише 7,4% потрапили на сміттєпереробні підприємства, 0,1% – на ділянки компостування, 1,1% – на сміттєспалювальні заводи і 90% відходів були захоронені на полігонах і звалищах.

Лідерами з обсягів збирання ТПВ є м. Київ – 1568790,93 т, Дніпропетровська обл. – 816232,23 т, Харківська обл. – 779690,12 т, Донецька обл. – 702479,01 т, Тернопільська обл. – 677440 т.

Найменша кількість відходів у 2021 р. була зібрана у Кіровоградській обл. – 153 695,65 т та Луганській обл. – 154358,53 т.

Таблиця 1.1 – Звітність 1-ТПВ розділ 1 за 2021 рік [1]

Адміністративно-територіальний поділ	Обсяги збирання, т	Обсяги перевезення, т	у томи числі на:				
			заготівельні пункти вторинної сировини	сміттєпереробні підприємства	ділянки компостування	сміттєспалювальні заводи	полігони (звалища)
Вінницька	269267,61	269257,61	751,6	18581,11	0	0	249924,9
Волинська	406614,1	406614,1	6924,1	15300	0	0	384390
Дніпропетровська	816232,234	816232,24	11971,6	0	0	0	804260,64
Донецька	702479,01	702479	81,82	4076,46	66,6	0	698254,12
Житомирська	321813,23	321813,23	38,35	0	0	0	321774,88
Закарпатська	302556,2	302556,2	592,9	0	0	0	301963,3
Запорізька	427379,02	427379,02	173,88	2996	0	0	424209,14
Івано-Франківська	208980,2	208980,2	879,9	552	0	0	207548,3
Київська	313818	313818	10449	13188	0	0	290181
Кіровоградська	153695,652	153695,652	2948,726	42003	0	0	108743,926
Луганська	154358,53	154358,53	59,2	0	0	0	154299,33
Львівська	618881,25	618881,35	3363,18	12368,76	7464	0	595685,41
м.Київ	1568790,93	1568790,93	26869,23	119534,19	0	110885,08	1311502,43
Миколаївська	286426	286426	41826	0	0	0	244600
Одеська	520653	520653	16936	0	0	0	503717
Полтавська	290405,33	290405,33	1635,78	6,5	0	0	288763,05
Рівненська	222648,38	222648,38	3810,07	0	0	0	218838,31
Сумська	184928,08	184928,1	1137,6	0	0	0	183790,5
Тернопільська	677440	677440	1770	532560	0	0	143110
Харківська	779690,12	779690,12	217,48	14960,91	0	0	764511,73
Херсонська	196436,8	196436,8	48,8	0	0	0	196388
Хмельницька	362386,3451	362386,3351	2551,999	6,25	1293,8	0	358534,2861
Черкаська	210322,55	210322,55	78,83	0	0	0	210243,72
Чернівецька	214055,9	214055,9	105,8	0	0	0	213950,1
Чернігівська	256111,4	256111,4	420,1	0	0	0	255691,3
Всього по Україні	10466369,8711	10466359,9771	135641,945	776133,18	8824,4	110885,08	9434875,3721

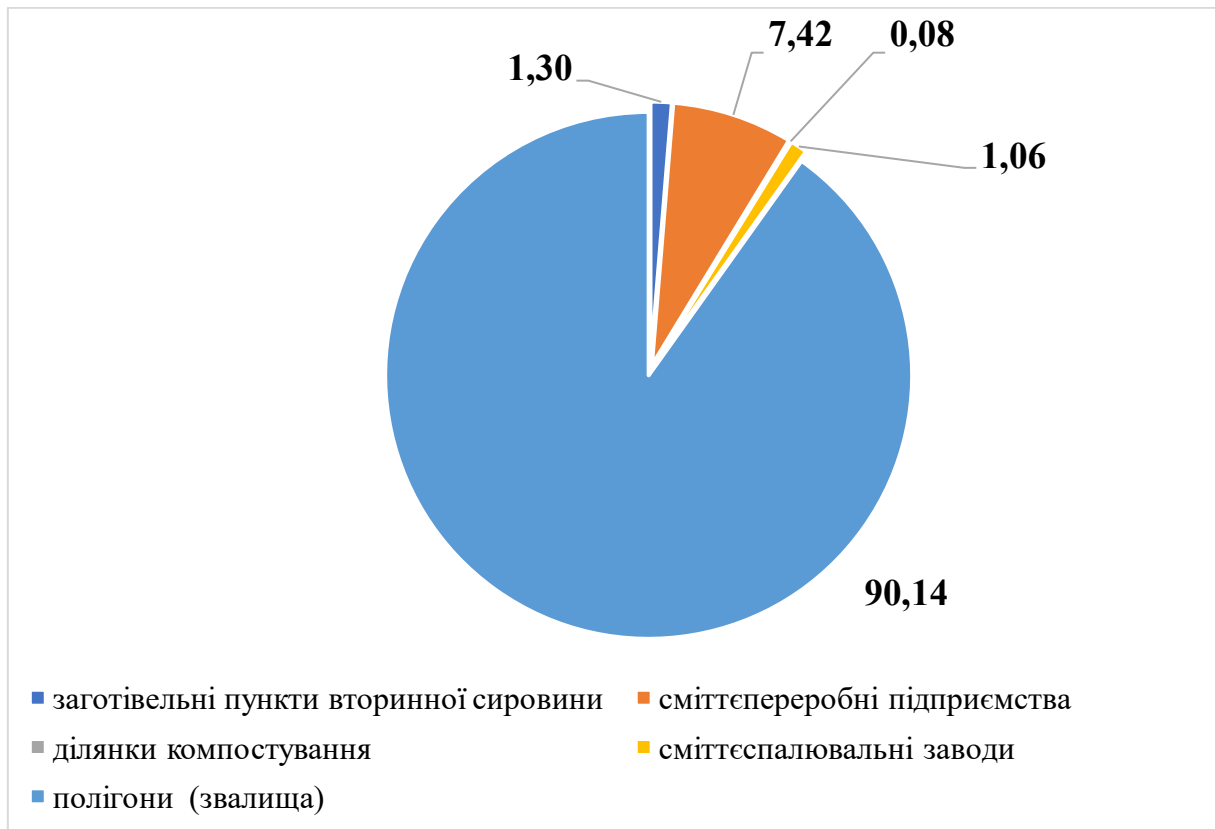


Рис. 1.2 – Розподіл обсягів зібраних ТПВ в Україні у 2021 р. за напрямками утилізації та видалення [1]

Лідерами з обсягів направлення ТПВ на заготівельні пункти вторинної сировини збирання ТПВ у 2021 році також є м. Київ – 26869,23 т, Миколаївська обл. – 41826 т, Одеська обл. – 16936 т, Дніпропетровська обл. 11971,6 т та Київська обл. – 10449 т.

Найбільшу кількість відходів направили на сміттєпереробні підприємства у Тернопільській обл. – 532560 т, у м. Київ – 119534.19 т, у Кіровоградській обл. – 42003 т, у Вінницькій обл. – 18581,11 т, у Волинській обл. – 15300 т, у Харківській обл. – 14960,91 т.

Взагалі відходи не потрапляли на сміттєпереробні підприємства у Дніпропетровській, Житомирській, Закарпатській, Луганській, Миколаївській, Одеській, Рівненській, Сумській, Херсонській, Черкаській, Чернівецькій та Чернігівській областях.

Ділянки компостування є наразі тільки у Львівській, Хмельницькій та

Донецькій областях. Відповідно на цих ділянках було утилізовано лише 7464, 1293,8 та 66,6 т відходів.

На єдиному сміттєспалювальному заводі у м. Київ було спалено 110885,08 т твердих побутових відходів.

Найбільша кількість відходів потрапила на полігони та звалища у м. Київ – 1311502,43 т, у Дніпропетровській обл. – 804260,64 т, у Харківській обл. – 764511,73 т, у Донецькій обл. – 698254,12 т та у Львівській обл. – 595685,41 т.

Найменша кількість відходів захоронюється на полігонах та звалищах у Кіровоградській та Тернопільській областях – 108743,9 та 143110 т відповідно.

Найбільша кількість полігонів (табл. 2.1) розташована у Вінницькій області – 786 од., у Житомирській – 767 од., у Одеській – 628 од., у Чернігівській – 627 од., у Полтавській обл. – 537 од. та ін.

Найменша – у Івано-Франківській та Луганській областях – 15 та 18 од. відповідно.

Найбільша кількість перевантажених полігонів розташована у Одеській області – 58 од., у Закарпатській – 40 од., у Чернігівській обл. – 22 од., у – 627 од., у Дніпропетровській обл. – 14 од. та у Київській обл. – 12 од.

Полігони, які не відповідають нормам безпеки, сконцентровані у Полтавській області – 200 од., у Дніпропетровській обл. – 139 од., у Одеській області – 104 од., у Миколаївській обл. – 69 од., у Житомирській – 56 од.

Взагалі згідно зі статистичними даними, в Україні 3,9% усіх полігонів та звалищ твердих побутових відходів є перевантаженими і 13,8% – не відповідають нормам безпеки (рис. 1.3).

Найбільшу площу займають звалища та полігони ТПВ у Одеській області – 1046,32 га, у Дніпропетровській обл. – 875,66 га, у Вінницькій обл. – 781,6 га, у Житомирській обл. – 758,93 га, у Чернігівській обл. – 693,3 га. Найменшу – у Івано-Франківській та Луганській областях – 47,9 та 83,43 га відповідно.

Згідно з наявними статистичними даними, в Україні з площі усіх звалищ та полігонів 7,3% га – це перевантажені полігони та 17% – площа полігонів, що не відповідають нормам безпеки (рис. 1.4).



Рис. 1.3 – Кількість полігонів ТПВ в Україні у 2021 р. [1]



Рис. 1.4 – Площа полігонів ТПВ в Україні у 2021 р. [1]

Таблиця 1.2 – Звітність «Санітарна очистка» за 2021 рік [1]

Адміністративно-територіальний поділ	Загальна кількість полігонів та звалищ, од			Закриті полігони та звалища, які не діють		Загальна площа полігонів та звалищ, га		
	всього	перевантажених	які не відповідають нормам безпеки	кількість, од	площа, га	всього	перевантажених	які не відповідають нормам безпеки
Вінницька	786	0	0	58	37,03	781,6	0	0
Волинська	467	7	0	8	34	96,8	77,9	22,7
Дніпропетровська	211	14	139	9	59,34	875,66	3	172,98
Донецька	34	9	11	10	82,868	188,481	24,045	35,836
Житомирська	767	8	56	3	25,5	758,93	91,5	63,38
Закарпатська	139	40	50	88	58,49	153,32	28,96	38,565
Запорізька	109	6	40	10	32,2	316,32	60,69	155,4
Івано-Франківська	15	2	5	5	7	74,9	3	8,14
Київська	38	12	36	5	45	270,377	42,3	204,377
Кіровоградська	418	5	41	2	7,11	521,32	5,29	40,9
Луганська	18	0	13	3	4,7677	83,43	0	54,431
Львівська	26	2	5	8	49,09	172,69	8,32	8,81
Миколаївська	267	3	69	9	5	524,4	19,8	225,3
Одеська	628	58	104	0	0	1046,32	88,67	224,57
Полтавська	537	9	200	51	43,18	439,95	21,3	123,96
Рівненська	346	3	0	7	6,44	413,91	12,2	0
Сумська	80	6	12	9	17,4	146,99	9,76	17,96
Тернопільська	31	4	3	2	2,3	113,5	12,8	3,5
Харківська	48	6	9	16	40,07	279,76	15,8	25,08
Херсонська	54	1	0	0	0	193	30,8	0
Хмельницька	33	6	0	0	0	136,13	45,54	0
Черкаська	21	4	2	7	4	188,98	3,6	40,36
Чернівецька	267	3	0	7	6,4	254,2	4,3	0
Чернігівська	627	22	29	38	20,4	693,3	37,2	35,7
м. Київ	2	0	0	1	15	91,8	0	0
м. Севастополь	0	0	0	0	0	0	0	0
Всього по Україні:	5969	230	824	356	602,5857	8816,068	646,775	1501,949

1.2. Сучасний стан поводження з вторсировиною

Процес постійного розширення виробництва як відповідь на стрімке зростання кількості населення, його рівня життя і відповідно – потреб, призводить до активного використання все більшої кількості природних ресурсів і утворення відходів виробництва та відходів споживання, що однією з найбільш глобальних екологічних проблем сучасності.

Утилізація твердих побутових відходів – одна з найбільш гострих проблем в останні роки.

Незважаючи на технологічні можливості використання ресурсного потенціалу, в Україні більшість відходів вивозиться на звалища та полігони.

Аналіз статистичних даних щодо утворення та поводження з вторинними матеріальними ресурсами у 2020 році [3] показує, що для утилізації було передано виробниками 21,8% відходів чорних металів, 67,1% скляних відходів, 55,6% паперових та картонних відходів, 97,8% гумових відходів і т. д. (рис. 1.5, 1.6).

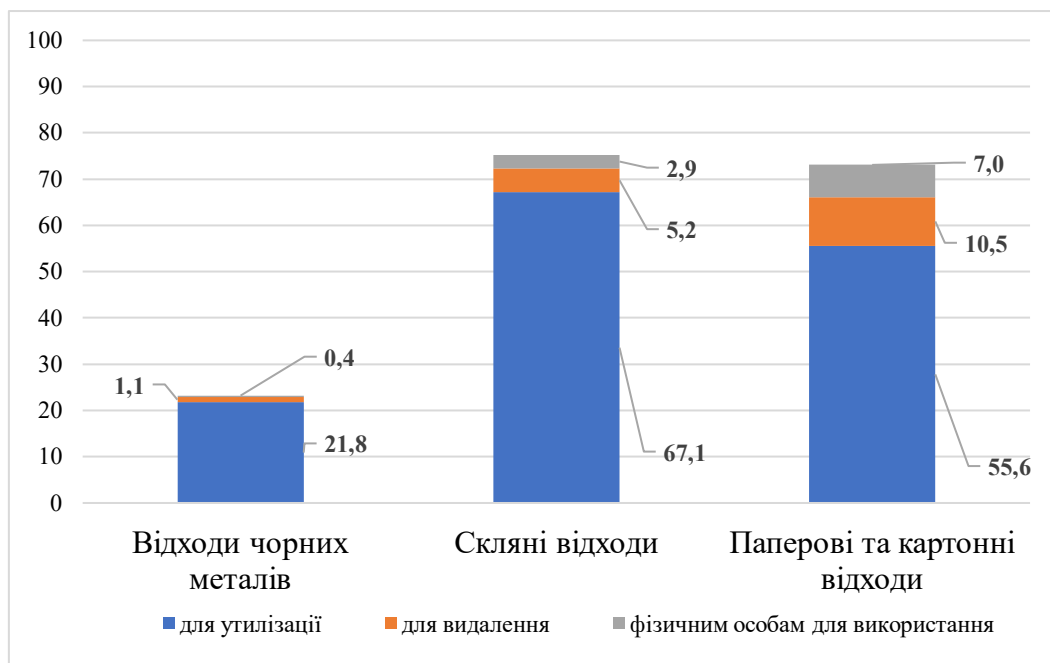


Рис. 1.5 – Поводження з вторинними матеріальним ресурсами в Україні у 2020 р. [3]

Таблиця 1.3 – Утворення та поводження з відходами I-IV класів небезпеки за категоріями матеріалів у 2020 році [3]

Назва	Обсяг утворених відходів	Обсяг відходів переданих виробниками на сторону			
		усього	у тому числі		
			для утилізації	для видалення	фізичним особам для використання
Усього	462373.5	13980.1	6137.6	4852.6	2989.9
Використані розчинники	2.4	2.3	2.0	0.3	0.0
Відходи кислот, лугів чи солей	392.7	21.6	20.8	0.6	0.2
Відпрацьовані оливи	19.3	15.7	12.0	0.5	3.2
Хімічні відходи	663.2	19.4	14.2	5.2	0.0
Осад промислових стоків	3462.1	416.0	301.8	96.4	17.8
Шлами та рідкі відходи очисних споруд	860.6	50.5	35.8	14.5	0.2
Відходи від медичної допомоги та біологічні	1.1	1.0	0.9	0.1	0.0
Відходи чорних металів	2491.9	578.4	542.9	26.7	8.8
Відходи кольорових металів	24.3	25.9	24.7	1.0	0.2
Змішані відходи чорних та кольорових металів	10.3	9.8	8.7	1.1	0.0
Скляні відходи	21.0	15.8	14.1	1.1	0.6
Паперові та картонні відходи	140.8	102.9	78.3	14.8	9.8
Гумові відходи	19.9	20.5	18.0	0.4	2.1
Пластикові відходи	40.8	31.2	25.9	3.5	1.8
Деревні відходи	750.1	332.0	162.4	16.0	153.6
Текстильні відходи	21.9	21.0	18.2	2.6	0.2
Відходи, що містять поліхлордифеніли	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0
Непридатне обладнання	5.0	4.2	4.0	0.2	0.0
Непридатні транспортні засоби	1.0	1.0	0.8	0.2	0.0
Відходи акумуляторів та батарей	4.2	3.6	3.5	0.1	0.0
Відходи тваринного походження та змішані харчові відходи	405.4	177.9	123.0	13.9	41.0
Відходи рослинного походження	6101.8	4045.7	1257.3	799.6	1988.8
Тваринні екскременти, сеча та гній	3314.7	964.9	506.7	40.8	417.4
Побутові та подібні відходи	6672.0	881.4	135.0	745.0	1.4
Змішані та недиференційовані матеріали	6906.3	2017.5	1926.3	89.4	1.8
Залишки сортування	35.1	18.9	6.4	6.0	6.5
Звичайний осад	334.1	49.1	23.8	22.1	3.2
Мінеральні відходи будівництва, у т.ч. змішані будівельні відходи	873.2	278.4	93.3	166.6	18.5
Відходи згоряння	10845.7	2589.8	664.0	1836.2	89.6
Інші мінеральні відходи	404649.4	1223.1	105.9	916.4	200.8
Ґрунтові відходи	1332.8	5.5	0.6	3.9	1.0

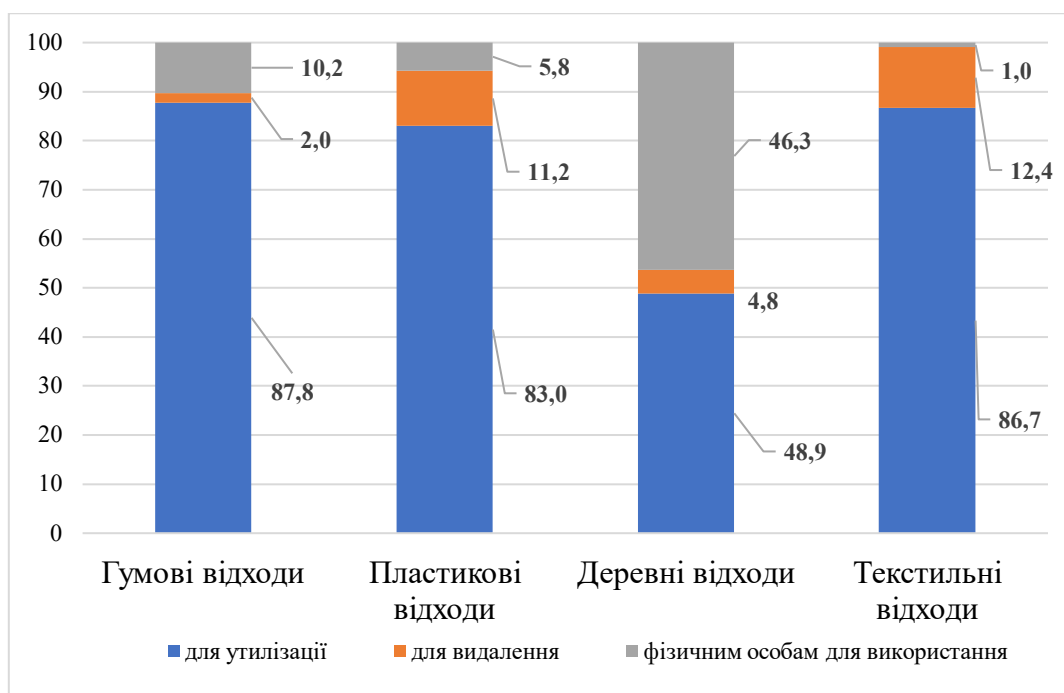


Рис. 1.6 – Поводження з вторинними матеріальним ресурсами в Україні у 2020 р. [3]

При цьому на видалення потрапили 1,1% відходів чорних металів, 5,2% скляних відходів, 10,5% паперових та картонних відходів, 2% гумових відходів, 11,2% пластикових відходів, 4,8% деревних відходів та 12,4% текстильних відходів.

Отже, можна дійти висновку, що кількість цінних матеріальних ресурсів, яка могла б бути потенційно використана, а замість цього потрапила на полігони та звалища, все ще залишається досить високою.

Загалом, рівень використання вторинної сировини, якщо зіставити відповідні показники з обсягами ресурсів, є недостатнім.

Способи вирішення проблем видалення, переробки та знешкодження комунальних відходів зумовлюють системний підхід, включаючи:

- роздільний збір відходів;
- утилізацію вторинних ресурсів та складування відходів на інженерно облаштованих полігонах;
- контрольне сортування і біомеханічну переробку відходів з максимальною утилізацією вторинних ресурсів;

- термічне розкладання (спалювання) баласту відходів.

Одним з можливих шляхів вирішення проблеми невпинного зростання кількості відходів є рециклінг – вторинна переробка, що має ряд переваг перед звичайним захороненням, оскільки «зберігає енергію, знижує видобуток сировини і дозволяє боротись зі змінами клімату», і загалом є кращою для навколишнього середовища, ніж спалювання чи захоронення відходів [4].

Але на сьогоднішній день найбільш поширеним способом знешкодження комунальних відходів у нашій країні залишається їх поховання на полігонах або не облаштованих смітниках. Експлуатація звалищ, що не мають елементарних природоохоронних споруд (гідрозахисних екранів, систем збору і контролю фільтрату і т. д.) з соціальної точки зору протипоказана, з природоохоронної – небезпечна. Полігонний метод знешкодження твердих побутових відходів технологічно нескладний, однак вимагає великих земельних площ, значних капіталовкладень, експлуатаційних і транспортних витрат. У зв'язку з цим одним з ефективних способів поводження з відходами (ТПВ) є створення сортувально-полігонних комплексів (СПК) та біомеханічних заводів (БМЗ).

Всі існуючі зараз і ті, що широко використовуються в нашій країні способи утилізації мають величезну кількість недоліків. Єдиним, екологічно чистим, способом боротьби з твердими побутовими відходами і промисловими відходами, на сьогоднішній день, є переробка відходів.

Досвід провідних країн світу переконливо доводить еколого-економічну доцільність законодавчого закріплення зобов'язання використовувати відходи у господарському обігу, забезпечувати утилізацію відходів тари, виробленої підприємством продукції тощо. Результати досліджень підтверджують можливість вирішення проблеми відходів шляхом рециклінгу. Зокрема, за результатами дослідження доцільності переробки 21 типу матеріалів, проведеного The Department of Environment, Climate Change and Water NSW (Департаменту навколишнього середовища, кліматичних змін та води Нового Південного Уельсу), який було опубліковано в червні 2010 року, виявлено, що

«переробка породжує екологічні вигоди» [5].

Хоча в Україні створено загальну базу нормативно-правового забезпечення сфери поводження з відходами, проте необхідним є запозичення прогресивного досвіду інших держав. Серед основних напрямів, що вимагають модернізації, слід відзначити такі, як:

1) систематизація екологічного законодавства, виключення неефективних чи застарілих норм; введення нових, прогресивних - шляхом запозичення зарубіжного досвіду;

2) стимулювання підприємницької діяльності у сфері поводження з відходами: діяльності з переробки відходів та такої, що здійснюється з залученням вторинної сировини як альтернативного ресурсу, матеріального чи енергетичного;

3) перегляд, доповнення, розширення змісту та сфери застосування Закону України «Про відходи» – з метою зменшити нагромадження підзаконних актів;

4) вдосконалення системи норм, що визначають особливості юридичної, зокрема, кримінальної відповідальності за правопорушення, злочини в екологічній сфері.

В першу чергу, необхідно впроваджувати станції по вторинній переробці скла, цей процес нескінченний, а значить найбільш вигідний. Звичайно, необхідно створювати заводи з переробки побутового сміття навколо великих міст. Більш того, переробка відходів дозволяє заощадити природні ресурси і величезні кошти.

Головне, що перешкоджає широкому розповсюдженню станцій з переробки відходів в Україні - це відсутність достатньої кількості інвестицій.

1.3 Загальна характеристика ТОВ «Утиліта»

Компанія «Утиліта» реалізує комплексний підхід в роботі з склобоям: збір, його подальшу переробку і продаж очищеного склобою безпосередньо на

скляні заводи.

Вже понад 12 років компанія докладася всіх зусиль для підтримки безперервного циклу відродження скла і чітко націлена на стратегічний сталий розвиток, побудований на високій компетенції у створенні замкнутого циклу виробництва.

ТОВ «Утиліта» засновано у 2000 р., на сьогоднішній день компанія «Утиліта» займає лідируючі позиції на ринку вторинної переробки склобою з часткою, понад 60%. У 2008 р. був запущений у виробництво, а 19 грудня 2008 р. введений в експлуатацію завод з переробки склобою, аналогів якому немає на всьому пострадянському просторі – завод з очищення склобою до якості, яка відповідає вимогам провідних європейських і світових виробників скла (в т. ч. ВТ Wolfgang Binder, Австрія).

Продуктивність заводу понад 10 000 тонн склобою на місяць, що дозволяє компанії забезпечувати запити українських та зарубіжних скляних заводів [6].

Устаткування європейського виробництва, інноваційні технічні рішення і використання найсучасніших оптичних сепараторів дозволяють підприємству виготовляти склобій, готовий до використання в шихті скловарної печі (рис. 1.7).



Рис. 1.7 – Проммайданчик підприємства

1.3.1. Характеристика природнокліматичних умов району розміщення підприємства

Клімат помірно континентальний. Літо спекотне і сухе з частими зливами, сильними південно-східними та східними вітрами, які викликають посухи; зима м'яка, малосніжна, часто бувають відлиги та ожеледь. Середня температура січня $-5,5^{\circ}\text{C}$, липня $+23,0^{\circ}\text{C}$. Тривалість безморозного періоду близько 210 днів.

Опадів 400–450 мм на рік, переважна їх більшість випадає в теплий період року. Серед несприятливих кліматичних явищ - відлиги, морози з вітрами, суховії і пилові бурі.

Розглянутий район лежить у межах Причорноморської (Понтичної) степової геоботанічної провінції. Природна рослинність регіону різнотравно-типчаково-ковилова.

Безпосередньо до території міста Новомосковська примикає один з найбільших лісових масивів – Самарський бір, розташований у заплаві річки Самари. Основні породи: дуб, в'яз, липа, ясен, в'яз, ільм, клен, вільха, сосна, в підліску – клен татарський, ліщина, бузина, глід, шипшина, жостір та ін.

Фауна регіону представлена степовими і деякими лісовими тваринами (69 видів ссавців, 59 риб, 10 земноводних, 12 видів і підвидів плазунів, 246 видів птахів). Найчисленніші гризуни: ховрах крапчастий, ховрах сірий, кріт, сліпак, заєць-русак. Серед птахів - лунь степовий, лунь болотний, кібчик, яструб та інші хижі птахи, дрохва, журавель, жайворонок, перепел, куріпка сіра, грак, ворона сіра, ластівка, горобець, шпак. У полезахисних смугах водяться горлиці (дикі голуби). З плазунів є гадюка степова, полоз жовточеревий, вуж, ящірки, жаба зелена та ін. Акліматизована косуля, свиня дика, олень плямистий, фазан [7].

Ландшафти належать до класу рівнинних східноєвропейських. Для ландшафтної структури характерні поєднання північностепових рівнинних і північностепових піднесених і схилових природно-територіальних ком-

комплексів.

Природні ландшафти регіону, в залежності від розвиваються на них типів природокористування, в результаті інтенсивної господарської діяльності остаточно трансформовані в антропогенно-техногенні.

Типи ландшафтів, що сформувалися на даній території, сприяють протіканню ряду несприятливих природних процесів - зсувів, підтоплення і деяким іншим.

1.3.2. Характеристика підприємства

Пріоритетним напрямком діяльності компанії є укладення довгострокових контрактів на поставку склобою, що з одного боку, безумовно, дає можливість проведення власних інвестиційних програм, а з іншого – дозволяє партнерам вести планомірну діяльність без оглядки на кон'юктуру ринку. З 2005 року в складі компанії Утиліта з'явився новий напрямок – власна система контейнерного збору відходів скла.

Сьогодні контейнери з логотипом компанії вже стоять у Дніпрі, Запоріжжі, Львові, Мелітополі, Кам'янському, Донецьку та Новомосковську. Загальний парк контейнерів наблизився до цифри 3500 штук, а обслуговує їх 8 спеціалізованих автомобілів.

На сьогодні заходи даної програми виконуються в повному обсязі і з точним дотриманням строків, що дає впевненість в успішному її завершенні.

Контейнерний збір скла дозволяє значно поліпшити екологічну обстановку в місті, а також зняти частину витрат на обслуговування інфраструктури роботи з побутовими відходами.

Процес переробки скла на заводі ТОВ «Утиліта» – повністю замкнутий цикл. Технологічна схема побудована за принципом «сухого очищення», що виключає використання води. Так само технологія не вимагає використання природного газу, що є гарантією зменшення викиду CO₂.

Процес переробки склобою починається з приймання «брудного»

склобою і складування його на складі сировини. Склобій складається по класу, ступеню забруднення, типу.

Процес переробки починається з завантаження сировини в приймальний бункер ковшовим навантажувачем. З бункера по транспортерної стрічці сировина подається до цеху переробки. Дозуючі віброживильники рівномірно одним потоком подають «брудний» склобій за допомогою конвеєра на завод.

По дорозі свого прямування з конвеєрів склобій проходить ручну очистку від домішок чорного металу, каменю, порцеляни, кераміки, сміття, паперу та пластику.

Далі склобій розділяється по на дрібну і велику фракції за допомогою просівальних машин.

Велика фракція доочищується візуалістом від каменю, порцеляни, кераміки, сміття, паперу, пластику, і потрапляє в дробарку. Після чого дрібна і велика фракція возз'єднуються в один потік. «Напівочищений» склобій далі йде на тонку очистку від чорних і кольорових металів.

Потім відбувається остаточний поділ за допомогою сит на дрібну фракцію розмірами 10–23 мм і велику фракцію – 25–50 мм.

Далі склобій потрапляє на оптичні сортувальні машини Redwave виробництва ВТ Wolfgang Binder, Австрія (рис. 1.8).

В сортувальних машинах, в залежності від програми переробки склобою, відбувається поділ склобою за кольорами: біле, коричневе, зелене. Також оптичні сортувальники очищають склобій від каменів, порцеляни, кераміки.

На виході з заводу одержують чистий склобій, заданого кольору і фракції, без сміття, без різного роду включень, готовий до закладки в піч. За колірним складом можливе розділення на безбарвний, зелений і коричневий склобій з чистотою кольору до 98%.

Тепер склобій готовий до складування та зберігання на складі готової продукції до моменту завантаження його в автомобільний або залізничний транспорт і відправки на склоплавильні заводи.



Рис. 1.8 – Сортивальні машини Redwave виробництва ВТ Wolfgang Binder

ТОВ «Утиліта» активно співпрацює з науково-дослідними інститутами в області розвитку технологій переробки скла. Так першим досвідом роботи компанії в цьому напрямку стали спільні розробки в області дроблення скла й експерименти по оптимальному для склоробів гранулометричному складу склобою в шихті [6].

2 АНАЛІЗ ШЛЯХІВ УТИЛІЗАЦІЇ ВІДХОДІВ СКЛОБОЮ

2.1 Характеристика склобою як вторинного матеріального ресурсу

Найбільш давніми зробленими зі скла предметами були намисто. Так, при розкопках в Урі (Месопатамія) знайдено намиста, що належать до 2450 до н. е. Стародавнє скло було непрозорим і за своїми формувальними властивостями багато в чому нагадувало вологу глину, з нього можна було ліпити, розкочувати та штампувати вироби у стані гарячої розм'якшеної маси за допомогою найпростіших інструментів. Що таке скло? Це штучно отримане аморфне тверде тіло (зустрічаються і природні стекла, наприклад обсидіан, пемза, перліт та ін.). За своєю структурою скло займає як би проміжне положення між твердим кристалічним тілом і рідиною, воно одночасно має пружність твердого тіла і ізотропність (однаковими властивостями в товщі речовини по всіх напрямках) рідини [8].

Скло, незважаючи на багатовікову історію застосування його людиною в різних якостях, на сьогоднішній момент є найтехнологічнішим і незамінним матеріалом, затребуваним у багатьох значущих сферах життя та діяльності людини, в т.ч. в оптичній промисловості та медицині, машинобудуванні, приладобудуванні, комп'ютерних мережах та системах, будівництві. Неможливо уявити, наприклад, будівлю без вікон або транспортні засоби без зашкленених поверхонь корпусу, цифрові технології та телекомунікації без оптоволоконних зв'язків. Виробництво та упаковка продуктів харчування та напоїв, споживання їх людиною не може існувати без скляних предметів: пляшок, банок, посуду тощо, сучасні інтер'єри включають безліч предметів меблів та обстановки, виконаних зі скла.

Скло здавна є символом якості та довговічності. Як вишукані продукти, так і продукти масового споживання пропонуються у всьому світі у скляних пляшках. Таке ставлення до скла не випадкове явище, а викликане тим, що вміст скляної пляшки практично не взаємодіє зі склом та оптимально

оберігається від впливу кисню та інших факторів довкілля.

Серед основних джерел відходів скла можна назвати такі (рис. 2.1):

- скляна тара:

- тарування алкогольних та безалкогольних напоїв,

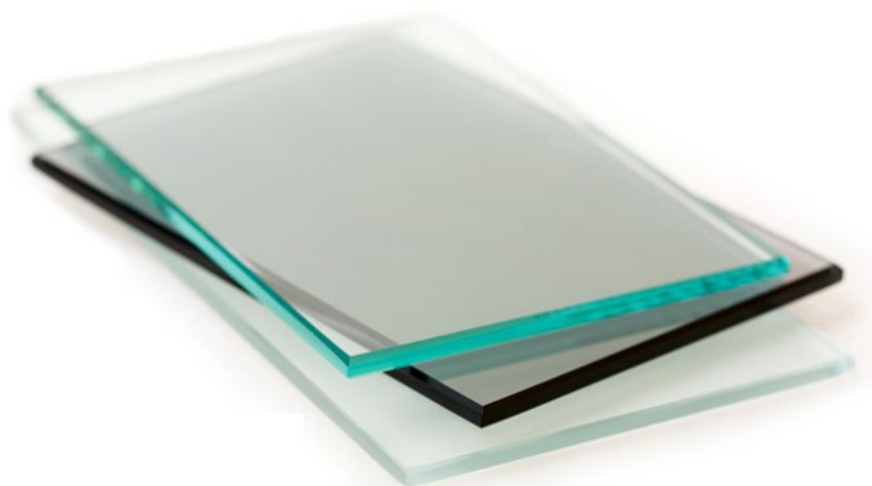
- тарування харчових продуктів.

- листове скло: використання у будівництві, транспортному машинобудуванні та ін.).

а)



б)



а) склотара; б) листове скло

Рис. 2.1 – Основні джерела відходів скла

На виробництвах прийнято розрізняти:

- зворотний склобій (відходи власного виробництва);
- привізний склобій (було у використанні скло різних виробників).

У минулі роки у Радянському Союзі було кілька способів вторинного використання скляної тари:

- використання склобою як сировини для виробництва скляних виробів;
- багаторазове використання громадянами, наприклад, для домашнього консервування;
- повторне застосування у первісному вигляді після обробки спеціальними хімічними розчинами.

Скло за своєю суттю – унікальний матеріал, який не горить і не гниє, не розкладається під дією навколишнього середовища, а «стійко» захарашує довкілля та стає причиною травматизму в місцях масового відпочинку населення.

Скломатеріали – з екологічної точки зору один із найважче утилізованих відходів. Вони не піддаються руйнуванню від впливу ультрафіолетового випромінювання сонця, дії води, впливу атмосфери та низькотемпературного впливу. Ці матеріали дуже стійкі до дії більшості мінеральних, органічних кислот, сольових розчинів. Скло не руйнується дією грибків, плісняви та бактерій. Тому скломатеріали здатні зберігати свою початкову структуру десятками років.

Пляшкове скло не змінює своїх властивостей у процесі його утилізації та може знову необмежено застосовуватися без втрати якості навіть після багаторазових циклів використання (на відміну від паперу, пластиків або композитів).

Як і будь-який матеріал, скло має свої хімічні та фізичні властивості. До *хімічних* можливо віднести наступні: велику стійкість з малою кількістю лужних оксидів.

Основними *фізичними* властивостями скла є:

- міцність – межа міцності на стискування (500-2000 МПа);

- крихкість – відноситься до дуже крихких;
- щільність (наприклад, для кварцевого – 2200 кг/м³);
- твердість – (залежить від кількості домішок) [9].

На рис. 2.2 наведені варіанти модифікації скла.



Рис. 2.2 – Звичайне, загартоване та ламіноване скло

Не дивлячись на усі переваги такого унікального матеріалу, як скло, процес його виробництва має і свої недоліки. Так, виробництво скляних пляшок пов'язане з великою витратою енергії (крім того, при виробництві сучасної полегшеної літрової пляшки одноразового використання в атмосферу викидаються 230 г CO₂). При цьому при використанні склобою в скломасі кожен відсоток добавки склобою знижує потребу в енергії приблизно на 0,2-0,3% [10].

Ще кілька переконливих аргументів доцільності вторинної переробки склобою:

1. Економія енергії.

Використання склобою дозволяє склотарній промисловості зменшити енергетичні витрати. Так, споживання енергоносіїв знизиться приблизно на 3-4% для кожних 10% склобою, що використовується у виробничому процесі.

2. Відсутність побічних продуктів.

Скло – це матеріал, що рециркулюється на 100 %. Процес переробки скла – повністю замкнутий цикл, який не створює жодних додаткових відходів

чи побічних продуктів.

3. Зниження обсягу шкідливих викидів.

При виробництві склотари кожні 10% склобою в шихті знижують вміст у викидах:

- мікрочастинок – на 8%;
- окису азоту – на 4%;
- двоокису сірки – на 10% (ця обставина, зрештою, призводить до збільшення терміну служби скловарних печей).

4. Економія сировини.

Кожна тонна переробленого скла заощаджує понад тонну природної сировини, у тому числі близько 650 кг піску, 186 кг соди та близько 200 кг вапняку. Ця економія поширюється на весь сировинний ланцюжок, включаючи видобуток сировини та її перевезення.

5. Зниження надходження відходів на полігони.

Переробка скла запобігає попаданню відходів скла на полігони, що дозволяє лише зберегти сотні і тисячі гектарів землі щорічно [11].

З урахуванням цього залучення до ресурсного циклу відходів скла доцільно з низки причин:

- зниження ризиків для населення та тварин, пов'язаних з високою травмонебезпечністю відходів скла, що потрапляють у навколишнє середовище;
- зменшення шкоди техніці від можливої неконтрольованої взаємодії з відходами скла;
- вторинне використання склобою призводить до зниження загальної маси відходів, що потрапляють на полігони;
- зниження потреби в первинній сировині підприємств скляної промисловості;
- виробництво з відходів скла продуктів, конкурентоспроможних в порівнянні з аналогами, отриманими з первинної природної сировини, що мають попит на ринку;

– застосування вторинного скла знижує споживання природних ресурсів, необхідних для отримання мінеральних інертних матеріалів типу щебню, гравію, піску, що широко застосовуються в будівельній галузі.

У цьому випадку відходи скла, що розміщуються знову або знаходяться на полігонах, можна розглядати як відкладені матеріальні та енергетичні ресурси, які можуть бути вилучені та перероблені, причому скло вигідно відрізняється від інших компонентів твердих побутових відходів саме тим, що не руйнується з часом і зберігає цінні споживчі властивості [12].

Отже, загальний економічний ефект від утилізації відходів скла: економія 6% енергії, 50% чистої води, 54% природних ресурсів. Екологічний ефект також чималий: забруднення повітря скорочується на 6–22%, обсяг утворення твердих відходів – на 79% [8].

2.2 Можливі шляхи утилізації відходів скла

2.2.1 Додавання до шихти

Найбільш затребуваним способом застосування вторинної скла є переплавлення очищеного скляного бою. Вітчизняні скловарні заводи відчують гостру потребу в якісній сировині зі склобою, нерідко доводиться закуповувати вказану сировину за кордоном. При цьому українські скляні заводи змушені імпортувати склобій із закордону. У Євросоюзі рівень використання вторинного скла становить 80% і більше [13].

Найчастіше відходи скла додають до шихти скловарених печей (рис. 2.3). Склобій, що вводиться в шихту, повинен бути відсортований від сторонніх домішок, промитий, висушений і розсортований за кольором з метою досягнення відповідності його хімічного складу складу скла, що виготовляється. Дозволяється відмінність лише кількісного співвідношення компонентів.

Залежно від кольору скла та технології варіння максимальний вміст у

шихті доходить в окремих випадках до 70% (безбарвне та коричневе скло) або до 90% (зелене скло). Основна частка економії витрати енергії припадає при цьому на скорочення часу перебування матеріалу у варильному басейні. Деякі автори вказують як джерело економії енергії нижчу температуру плавлення. Економія первинної сировини (кварцового піску, соди, вапняку, доломіту, польового шпату високої якості) також відіграє важливу роль.



Рис. 2.3 – Вторинна переробка склобою

Але для реалізації можливостей економії енергії необхідно значною мірою очистити утилізований склобій від кераміки, каміння, порцеляни (ККП), оскільки ці матеріали розплавляються повільніше або гірше. Поки що граничні значення їх змісту становлять трохи більше 25 г ККП на 1 т скла, але висуваються вимоги забезпечити зміст 10 г ККП на 1 т і менше. Тому на установках для вторинної переробки скла крім ручного сортування використовується різноманітне обладнання для сепарації, наприклад

сепаратори кольорових і чорних металів, концентраційні столи, розсівальні машини, відсмоктувачі, оптичні сортувальні пристрої, гуркити і т.д.

Переробка складається з кількох етапів:

- сортування склотари;
- подрібнення зібраної продукції;
- очищення тари від домішок та забруднень;
- видалення різних включень, етикеток та кришок;
- змішування з іншими компонентами для покращення якостей чи кольору;
- варіння у печі при температурі від 1200...1500 °С;
- формування нової продукції;
- здійснення термічної обробки виробів у печах відпалу;
- проведення візуального та технічного контролю якості виробів.

2.2.2 Композиційні матеріали

Перспективний напрям використання вторинного склабою – композиційні матеріали, у яких скло може виступати у ролі як матриці, і наповнювача. Скляний бій застосовують як наповнювач у виробництві таких композитів, як склоцемент, склосмола, гласасфальт, також він використовується у виробництві бетонів, лакофарбових матеріалів, паперу, абразивних матеріалів та кераміки. Технологія отримання склосмоли та склоцементу передбачає попереднє подрібнення скла до певної гранулометрії, додавання сполучного (цементу або органічних смол) та лиття блоків або виробів складної конфігурації. Для покращення адгезії скла зі зв'язкою скляні частинки обробляють поверхнево-активними речовинами.

Гласасфальтом називають суміш скла з асфальтом, що містить 45-73% склабою, 33% кам'яного борошна, 5% асфальту (рис. 2.4). Його застосовують у дорожньому будівництві, так як він має ряд переваг у порівнянні зі звичайним асфальтом: укладається при більш низьких температурах, його

добре видно за рахунок відображення світла фар автомобіля від частинок скла, на ньому краще гальмування, він збільшує термін експлуатації дороги. Також у піно- та газобетонах заміна частини портландцементу меленим склом покращує якість поверхні матеріалу, знижує питому вагу і стабілізує процес спінювання або газоутворення [8].

2.2.3 Використання у цементній промисловості

Подрібнення несортового склабою до розмірів менше 100 мкм дозволяє з успіхом застосовувати отриманий порошок у цементній промисловості як дрібний заповнювач. Часткова заміна піску на дроблене скло в бетонах у ряді випадків дозволяє не тільки запобігти лужно-силікатній реакції в бетонах, але й підвищити міцність виробів, що отримуються.



Рис. 2.4 – Укладання гласасфальту

Так, наприклад, міцність на вигин і міцність на стиск зразків з 20%-вим

вмістом відходів скла були на 10,99 і 4,23% відповідно вище, ніж параметри контрольних зразків у віці 28 діб. Тонко подрібнене скло допомогло також зменшити розширення на 66% порівняно з контрольною сумішшю у тестах на лужно-силікатну реакцію [12].

Матеріали, що виготовляються з додаванням подрібненого скла, можуть набирати міцність як у стандартних умовах температурно-вологості обробки, так і при підвищеній температурі. За цих умов відбувається твердіння цементу, полімеризація рідкого скла, що надає бетону необхідних механічних характеристик.

На рис. 2.5 представлена внутрішня структура бетонного каменю, отриманого з додаванням подрібненого скла.

Додавання подрібненого скла в бетон є одним із способів його переробки. Однак варто застосовувати дрібнішу фракцію подрібненого скла, оскільки саме така фракція позитивно впливає на одну з основних властивостей – міцність [14].



Рис. 2.5 – Структура бетонного каменю з додаванням подрібненого скла

2.2.4 Виробництво керамічних виробів

У загальному випадку низькосортні відходи скла з домішками

органічних сполук можуть використовуватись як силікатна добавка при виробництві керамічних виробів. Органічні домішки в цьому випадку окислюються до газоподібних оксидів вуглецю ще на попередній стадії нагрівання виробів і не впливають на якість кінцевого продукту. Номенклатура одержуваних керамічних виробів і технологічні рішення у разі можуть бути дуже різноманітними.

Єдиним показником, що обмежує застосування відходів скла при виробництві кераміки, є високий вміст оксидів лужних та лужноземельних металів у склі. Винятком у разі можуть бути види склокерамічних матеріалів з високим вмістом лужних компонентів. Але це зазвичай спостерігається у низькотемпературних видів кераміки. У цьому вся напрямі розвиваються технології, які забезпечують виробництво комірчастих склокерамічних матеріалів з відходів скла. Підвищує привабливість таких виробництв і можливість випуску товарів зі збільшеною додатковою вартістю та широкою ринковою нішою, а також висока екологічна безпека та негорючість одержуваних матеріалів [12].

2.2.5 Виробництво тобермориту

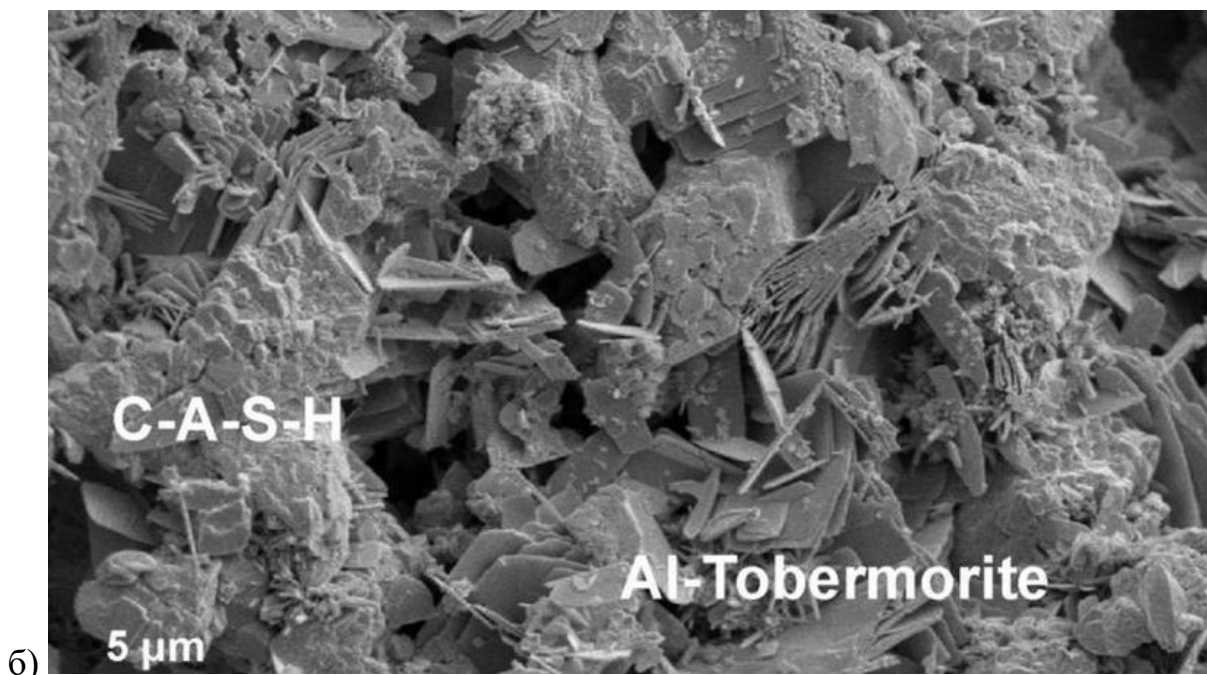
Дослідники приділяють особливу увагу новим напрямам використання відходів скла як мінеральної сировини. Так, британські вчені знайшли простий спосіб переробки битого скла в мінерал тоберморит (рис. 2.6), який можна використовувати для видалення забруднюючих речовин з води. У давньоримському бетоні знаходили кристали тобермориту, що вчені вважають причиною великої його міцності. Цей мінерал подібно до іонообмінного матеріалу витягує іони токсичних металів з промислових стоків, стічних вод або забруднених ґрунтових вод. Вчені запропонували синтезувати тоберморитовий адсорбент на основі лампового скла, що дозволяє очищати воду від важких металів.

Принцип отримання тобермориту досить простий: бите скло змішують з

вапном і їдким вуглекислим натрієм в запечатаному контейнері з тефлону, або з нержавіючої сталі, потім нагрівають суміш до температури 100 градусів Цельсія. У результаті утворюється тоберморит у вигляді порошку або гранул. Можна відзначити, що для виробництва мінералу у промислових обсягах технологічних перешкод практично немає. Ефективність тоберморитових адсорбентів становить 91-98%. Даний метод переробки скла дозволяє використовувати як вихідний матеріал відходи кольорового скла, який у переробників користується меншим попитом, ніж прозоре скло, а також бій скла [15].

а)





а) зовнішній вигляд; б) під мікроскопом

Рис. 2.6 – Мінерал тоберморит

2.2.6 Виробництво скловолокна

Ще один спосіб утилізації склобою – виробництво скловолокна. В Англії деякі фірми пропонують новий спосіб виробництва скловолокна з відходів, який дозволяє зменшити його вартість на 30 %. У Фінляндії працюють заводи по виробництву теплоізоляційних виробів на основі скловолокна. При виробництві кам'яної вати використовується 25 % склобою [16].

Як і велика кількість інших геніальних винаходів, скляне волокно було створено абсолютно випадково. На скляному виробництві сталася аварія, під час якої розплавлена маса роздулася під тиском повітря, яке подавалося. Таким чином утворилися тонкі гнучкі нитки. Для фахівців це стало несподіванкою, оскільки звичайне скло після охолодження твердне, а тонкі нитки зберегли гнучкість і не ламалися при деформації. З тих пір минуло вже понад 150 років. Промисловий видобуток скляних волокон, а також виробництво на їх основі технічних матеріалів – склотканини, скломат, склопластиків і т. д., стало звичною світовою практикою. Скловолоконні матеріали (рис. 2.7) використовуються в багатьох виробничих сферах і побуті

досі, незважаючи на велику кількість аналогів, не втрачають актуальності і залишаються затребуваними.

Основні відмінності між скловолокном і матеріалами, виготовленими на основі тонких гнучких скляних ниток.

Для виготовлення скляного волокна сьогодні використовується склобій або кварцовий пісок. Технологія не передбачає використання складного обладнання: використовуються відцентрово-дуттьова машина, сушильна машина з полімеризацією, камера для осадження волокон і кінцевий конвеєр.

Процес виробництва відбувається наступним чином:

1. Бите скло або кварцовий пісок розігрівають до температури 1400°C .
2. В'язка розплавлена маса подається на формуюче обладнання. Там розплав під високим тиском пропускається через сотні отворів мікронною ширини, що надає матеріалу ниткоподібну форму.
3. Нитки товщиною 3-100 мікрон просочують масляними складами, охолоджують і намотують на спеціальну котушку.



Рис. 2.6 – Сучасне скловолокно

Скловолокно не є самостійним матеріалом, а служить сировиною для виробництва інших продуктів: склотканини, скловолоконних утеплювачів, склопластику, стломата.

Властивості похідних залежать від способу їх виготовлення та хімічного складу, проте всі вони переймають характеристики вихідної сировини – скловолокна.

У числі таких характеристик:

- Підвищена міцність, що перевищує міцність легованої сталі;
- Жаростійкість. Структура скловолокна, особливо обробленого епоксидними смолами, зберігається навіть при значному нагріванні. В таких самих умовах органічні волокна повністю руйнуються.

- Толерантність до термічно і хімічно агресивних середовищ — гарячої води, лугів, кислот та дії пари високого тиску. Найбільшою стійкістю відрізняються волокна кварцового, кремнеземного і каолінового походження;

- Звукопоглинальні. Скловолокно відрізняється унікальною будовою, в якій між волоконний простір заповнений мікроскопічними пухирцями повітря. Завдяки цьому матеріал має здатність до шумопоглинання.

- Теплоізоляційні властивості за рахунок вмісту повітря серед волокон і підвищеної щільності матеріалу. Вироби з скловолокна у складі теплоізоляції будинків забезпечують утримання тепла взимку і захист від перегріву приміщення влітку. Також їх використовують для термо-і гідроізоляції труб.

- Негорючість і екологічна безпека. Пожежобезпечне скляне волокно не запалюється, не горить і не плавиться. Не виділяє токсичних речовин при нагріванні. Це є значною перевагою перед іншими жаростійкими матеріалами (напр., азбесту), які легко спалахують і отруюють повітря при займанні.

- Стійкість до деформації і природного зносу.

- Необроблене скловолокно вразливе перед вигинами і стиранням, однак смоляне або лаковепросочення вирішує проблему.

Термін служби виробів при збереженні оптимальних умов експлуатації – 50 років.

Склотканина – це технічна тканина зі скловолокна (рис. 2.7) . Скліні нитки з бобін піддаються розмотуванню і вторинному скручуванню, після чого з отриманої пряжі на спеціальних ткацьких верстатах прядуть склотканину. Для цього зазвичай використовуються волокна діаметром 5-10 мікрон, бо волокна більшої товщини відрізняються зниженою міцністю при вигині і частіше тріскаються в ході текстильної переробки. Готові полотна згортають в рулони.

Метод ткацтва не відрізняється від звичайного полотна і ґрунтується на переплетенні поперечних і поздовжніх ниток між собою. В залежності від типу переплетення – полотняного, сатинового, саржевого або шашкового, а також густини та звивистості ниток скловолокна, склотканини відрізняються між собою характеристиками та призначенням. Вони поділяються на базальтові, електроізоляційні, кремнеземні, будівельні, конструкційні і ровінгові.

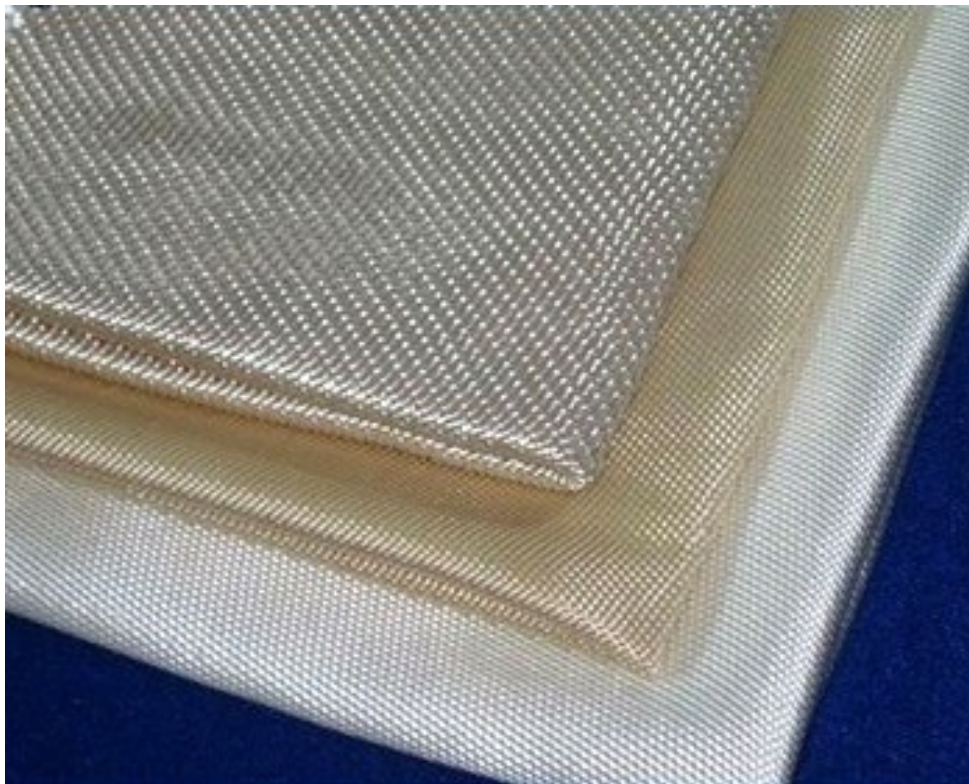


Рис. 2.7 – Склотканина

Використовуються як армована основа для склопластиків (які використовуються в судно-, авто-, авіабудуванні), для електро-, тепло і гідроізоляції, для виробництва склоруберойду, в покрівельному будівництві,

при пошитті засобів захисту при пожежі і т. д.

На відміну від зітканого стелоканевого полотна, *скломати* – це не тканий матеріал, а рубане скловолокно, піддане опресуванню і просочене полімерним складом (рис. 2.8).

В залежності від щільності волокон і типу замаслювача скломати поділяються на:

1. Порошкові. Складаються з склониток з невеликим вмістом луку. При виробництві їх кроять, нарізують, а для склеювання використовується наповнювач з порошку.

2. Емульсійні. Складаються з хаотично розміщених скляних ниток, з'єднаних одна з одною емульсійною сполучною речовиною.

3. Довговолоконні. Складаються з декількох шарів скловолоконних джгутів, з'єднаних один з одним полімерним складом.



Рис. 2.8 – Скломат

Найчастіше скломати використовуються для виробництва ламінатів, склопластиків, складних форм. Також вони знайшли застосування в створенні композиційних конструкційних деталей в автомобілебудуванні, суднобудуванні, машинобудуванні, авіабудуванні, будівництві і побуті.

Наприклад, у промисловому будівництві вони потрібні для влаштування армованих наливних підлог, гідрозахисних покриттів, а також в якості теплоізоляції. При будівництві доріг скломатами зміцнюють відкоси, армують асфальтобетонні покриття [17].

2.2.7 Виробництво піноскла

Перспективним напрямом використання склобою як сировини є його застосування для отримання теплоізоляційного матеріалу нового покоління – піноскла. Піноскло – це теплоізоляційний матеріал з унікальним комплексом властивостей: вказана вище стійкість до всіх видів впливів; негорючість; водонепроникність; довговічність; екологічність; легкість монтажу та багато інших. Піноскло випускається у вигляді плит, блоків, фасонних виробів, щєбню та гранул різної фракції (рис. 2.9).

Технологія отримання даного типу утеплення дуже проста. Силікатне скло сильно нагрівають та доводять до «спінювання». Подібна «піна» має відмінні характеристики, дуже міцна та довговічна. Водночас вона прекрасно тримає тепло та не продувається холодним вітром. До того ж природне походження матеріалу робить теплоізоляцію екологічною та безпечною для здоров'я людини. Скло має самонесучі властивості та витримує додаткове навантаження.

Сам процес «спінювання» здійснюється з використанням спеціального механічного високоточного встаткування. Якість техніки напряму впливає на властивості готового матеріалу. У разі порушення технології «спінювання» може піти брак, при якому частина теплоізолятора буде неоднорідною. Отже, частина плити буде остигати швидше звичайного, що порушить всю

теплоізоляцію. Тому від місця виробництва піноскла залежить дуже багато. Проблема криється в тому, що зовні поганий матеріал не відрізняється від нормального. Візуально визначити брак практично неможливо

Щоб отримати результат краще, ніж у разі використання пінополістирольних панелей або мінеральної вати, слід строго дотримуватися технології монтажу.

При всій своїй міцності та щільності, даний утеплювач дуже легко пошкодити ударними навантаженнями. Нерідко саме в процесі монтажу на будівельному об'єкті панелі стають непридатними для подальшого використання. Важливо пам'ятати, що використовувати піноскло як основний матеріал заборонено. Піноскло не пропускає крізь себе пар, що виключає будь-яке інше його застосування.

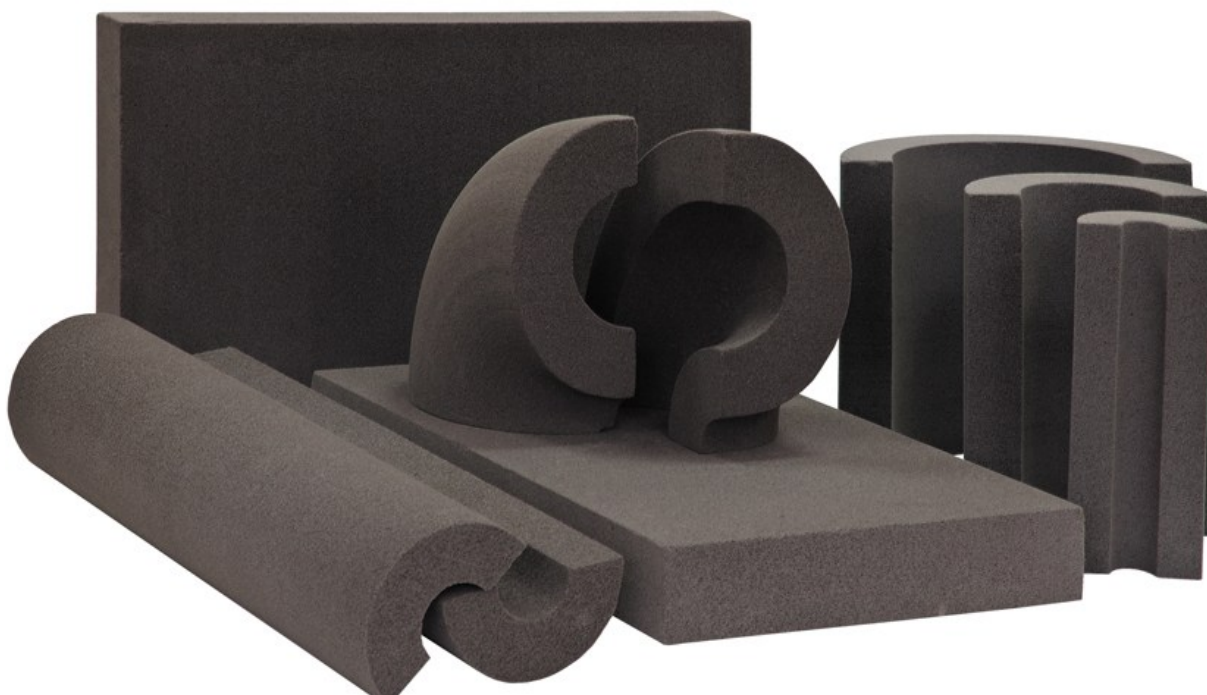


Рис. 2.9 – Вироби з піноскла

Водночас матеріал не накопичує вологу в різні пори року та переносить низькі температури. Також за рахунок внутрішньої структури утеплювач не зношується під дією води, не втрачає свої властивості через перепад температур або під дією природних сил. Матеріал легко прослужить мінімум

75 років у разі правильного монтажу. Піноскло легко витримує високу температуру та не деформується навіть під дією відкритого вогню. Це помітно відрізняє його від тієї ж мінеральної вати.

Мінус теплоізоляції – головним недоліком цього теплоізолятора є його висока вартість. Хоч матеріал і є універсальним, він підходить не для всіх об'єктів. Рекомендувати використовувати піноскло всім недоречно. Вартість утеплення буде вище, ніж у разі використання іншого матеріалу. Найбільш часто ізолятор застосовується разом із композитними бетонними плитами в якості невеликого прошарку. Найчастіше теплоізолятор випускають у вигляді компактних блоків товщиною до 250 мм. Виробництво такого матеріалу вимагає спеціального устаткування та використання сучасних технологій. Чим більший блок, тим складніший він у виробництві та, відповідно, дорожчий [18].

2.2.8 Використання у дорожньому будівництві

Іншим напрямком є можливе використання склобою при будівництві дорожніх споруд (насипів) з метою поліпшення фільтраційної характеристики матеріалу, з якого будується насип за рахунок часткової заміни піску склобом і, тим самим, підвищення коефіцієнту фільтрації піску з низьким коефіцієнтом.

За результатами проведених досліджень авторів [19] по визначенню коефіцієнта фільтрації встановлено, що склобій доцільно використовувати як матеріал для дренажних шарів. Підвищення коефіцієнту фільтрації дрібного піску при будівництві насипів за рахунок використання фракції склобою 1,25 - 0,63 мм, 63 - 0,315 мм в суміші з піском в співвідношенні 70 % до 30 % відповідно можуть підвищити коефіцієнт фільтрації дрібного піску на 50-70%. Однак характеристика міцності на стиск (марка) склобою фракції 5-10 мм що становить 600 кгс/см², (тоді як у гранітного щебню фракції 5-10 мм марка по міцності становить 1200 кгс/см²) може обмежити його використання для

відповідних дорожніх категорій.

Використання відходів склобою в дорожньому будівництві, за думкою авторів цього дослідження, сприятиме зменшенню їх шкідливого впливу на навколишнє середовища [19].

2.2.9 Інші напрями

Деякі зарубіжні компанії вивчають можливість застосування подрібненого склобою в сільському господарстві для покращення структури ґрунтів. Вже є досвід застосування відходів скла в якості заповнювача при виробництві лакофарбових матеріалів, шпалерного паперу, пластмас, абразивних матеріалів для скляної шліфувальної шкірки на паперовій основі та шліфувального кола [16].

Таким чином, отримання піноскла на основі відходів скла дозволить вирішити проблему підвищення енергоефективності будівель за рахунок використання сучасного довговічного теплоізоляційного матеріалу, так і проблему утилізації найбільш інертного компонента твердих побутових відходів.

Основною перешкодою на цьому шляху є той факт, що збирання, транспортування та особливо сортування скла є дорогими статтями утилізації відходів. Рівнем цих витрат значною мірою визначається економічна доцільність вторинного використання відходів скла.

Для розвитку промислової переробки відходів скла державі необхідно створити систему роздільного збору цією вторинної сировини, для того щоб збільшити кількість, а також якість та безпеку вторинних ресурсів.

У всіх європейських країнах, США, Канаді та Японії вже досить давно діє принцип розширеної відповідальності виробників, які зобов'язані забезпечити паралельний розвиток не тільки процесів виготовлення виробів та товарів, а й їхню подальшу переробку із застосуванням найкращих доступних технологій.

Така стратегія управління вже на етапі виробництва продукції спонукає виробників враховувати екологічні наслідки, завдяки чому скорочується утворення відходів і підвищується ступінь переробки пакування за рахунок обов'язкової утилізації випущених товарів та обов'язкового збору використаних товарів. Впровадження такої стратегії в Україні також змусило би виробників скляної продукції докладати більше зусиль для збору та переробки цього цінного ресурсу.

3 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ ВІДХОДІВ СКЛА В УМОВАХ ТОВ «УТИЛІТА»

3.1 Виробництво піноскла як один з варіантів використання відходів скла

Вся сучасна будівельна промисловість і виробництво будівельних матеріалів ґрунтуються на використанні традиційних матеріалів - цементу, глини, вапна, кварцового піску, гіпсу і т.п. Пропонується технологія, що дозволяє проводити різні високоякісні будівельні матеріали від легких теплоізоляційних до високоміцних конструкційних шляхом використання широко розповсюджених кременистих порід (діатоміт, опока, трепел, цеоліт і т.п.), а також відходів промислового виробництва - мікрокремнезема, різних шлаків, відвалів і луги в якості активної добавки. Технологія дозволяє отримувати наступні види продукції - сітал, кераміку, склокераміку, скло, піносклокераміку, піноскло та композитні матеріали у вигляді плит, блоків, гранул тощо. Матеріали можуть використовуватися для будівництва цивільних і промислових об'єктів, а також для теплоізоляції промислового обладнання, холодильних установок і т.д. [20].

Піноскло (спінене скло, пористе скло) - теплоізоляційний матеріал, що представляє собою, спінену скломасу. Для виготовлення піноскла використовується здатність силікатних стекол розм'якшуватися і (в разі наявності газоутворювача) пінитися при температурах близько 1000 ° С. У міру наростання в'язкості при охолодженні спіненої скломаси до кімнатної температури отримана піна набуває істотну механічну міцність.

Вважається, що піноскло було винайдено в 1930-х роках радянським академіком І. І. Китайгородським і в США - на початку 1940-х фірмою Corning Glass Work. Спочатку передбачалося застосовувати піноскло в якості плаваючого матеріалу. Але незабаром з'ясувалося, що воно додатково має високі тепло-і звукоізоляційні властивості, легко піддається механічній

обробці і склеюванню. Вперше бетонні плити з теплоізоляційної прошарком з піноскла були застосовані у 1946 р. при будівництві одного з будинків в Канаді. Цей досвід виявився настільки вдалим, що матеріал відразу ж отримав загальне визнання як довговічна ізоляція для покрівлі, перегородок, стін і підлоги для всіх видів будівель [20].

На початку 1950-х років піноскло стало активно застосовуватися і в нашій країні. Виявилось, що новий матеріал здатний з успіхом конкурувати в галузі промислової теплозахисту та будівельної теплоізоляції. При теплоізоляції стін піносклом використовувалося така його корисна властивість, як можливість розпилювання звичайним інструментом. Пориста, шорстка поверхня матеріалу сприяла хорошему зчепленню зі штукатуркою. А такі властивості піноскла, як вологонепроникність, сталість обсягу, гігієнічність, стійкість до температурного і хімічного впливу зумовили широке використання його в будівництві холодильних споруд, теплозахисту агрегатів в нафтохімічної, хімічної, харчової, фармакологічної промисловості не тільки у нас в країні, а й за кордоном .

У Європейському Союзі піноскло давно є визнаним і одним з найефективніших теплозахисних будівельних матеріалів. Параметри будівельного піноскла обумовлені в загальноєвропейському спеціальному нормативно-технічному документі EN 13167 Thermal insulation for buildings - Factory made cellular glass (CG) products. В ЄС існує всього десять подібних документів, що стосуються властивостей і застосування в будівництві різних типів ефективних теплоізоляційних матеріалів. Причина цього в тому, що по всіх інших теплоізоляційних матеріалів, які не мають загальноєвропейських нормативно-технічних документів, існують ті чи інші обмеження в різних країнах Євросоюзу.

Фактично загальною практикою в Європі на будівлях і спорудах з великою площею покрівлі та значним навантаженням на несучі конструкції став демонтаж теплоізоляційного шару, виконаного з мінераловатних або полімерних теплозахисних матеріалів, і створення замість нього покриття з

блоків, виготовлених з піноскла. Типовим прикладом служить будівля олімпійського басейну в Люксембурзі, побудована в 1982 р. із застосуванням полімерних і мінераловатних матеріалів для утеплення покрівлі. Регулярно проводиться моніторинг роботи теплоізоляційного шару цього об'єкта, який показав повну втрату теплозахисних властивостей шарів утеплювача і значне збільшення навантаження на несучі конструкції будівлі за рахунок накопичення в ньому води вже через 18 років існування споруди. Тому було прийнято рішення про демонтаж полімерних і мінераловатних матеріалів з покрівлі басейну і заміни їх блоками з піноскла. Ці роботи проведені в 2002 р. [21].

Унікальна сукупність властивостей піноскла дозволяє застосовувати цей матеріал досить широко. Основною сферою застосування може бути його використання як універсального теплоізолятора. У всіх зазначених нижче областях піноскло дозволить збільшити надійність конструкцій і заощадити кошти. Більше того, крім звичайних умов, цей матеріал може ефективно застосовуватися в тих випадках, коли застосування інших теплоізоляційних матеріалів утруднене, малоефективне або навіть неможливе.

Основні потенційні споживачі піноскла це:

- будівельні компанії (житлові та виробничі будівлі, дороги);
- індивідуальне будівництво;
- житлово-комунальне господарство;
- сільське господарство;
- підприємства енергетики, хімічної, нафтохімічної, машинобудівної, добувної, харчової, паперової, фармацевтичної, транспортно-трубопровідної промисловості.

Завдяки термічній і хімічній стійкості піноскло може бути використано для ізоляції апаратури і реакційних середовищ. Так як зовнішня поверхня матеріалу складається з безлічі відкритих (розрізаних) осередків, то піноскло легко і міцно клеїться мастиками, з'єднується цементним розчином, штукатуриться. Жорсткість і безусадочність піноскла дозволяють

використовувати цей матеріал для теплоізоляції покрівель, при створенні підлоги, тротуарів, автостоянок, що підігріваються тощо.

Проблеми ізоляції технологічного обладнання добре відомі. Їх рішення в даний час здійснюється шляхом використання, як правило, мінеральних ват. Однак через їх недовговічність заміна ізоляції проводиться раз на три роки. Враховуючи властивості піноскла, його використання в якості ізоляції дозволяє її знімати для проведення ремонтних робіт обладнання значно рідше і, більше того, далі повторно використовувати.

Піноскло може бути виготовлене як паропроникним, так і паронепроникним. Паропроникне піноскло дозволяє створювати огорожувальні конструкції, що забезпечують комфортний мікроклімат в приміщенні. При цьому рушійна сила водяної пари буде направлена з приміщення назовні. Паронепроникною піноскло забезпечить паро- і гідроізоляцію будь-яких поверхонь [22].

Особливості використання піноскла в Україні роблять матеріал особливо перспективним у зв'язку зі специфічними кліматичними умовами. У зв'язку з високою часткою витрат на тепловтрати в житловому та промисловому фонді, одним з основних напрямків зниження загальних витрат на експлуатацію житла є триразове збільшення термічного опору огорожувальних конструкцій, перш за все за рахунок використання теплоізоляційних матеріалів. В українських кліматичних умовах, що передбачають значні перепади температур і високу вологість, піноскло є найбільш довговічним матеріалом, практично не маючи обмежень по термінах експлуатації. Крім того, матеріал може бути використаний для реконструкції існуючого житла за простими і доступними технологіям. В цілому, питання енергозбереження в ЖКГ та промисловості не можуть бути вирішені без використання ефективних теплоізоляційних матеріалів. При цьому пропонуваній матеріал фактично не має аналогів за комплексом властивостей.

Навіть при більш м'якому кліматі будівництво фундаментів і доріг в європейських країнах і США не обходиться без застосування піноскла –

прекрасного теплоізолятора – дозволяє значно знижувати вплив низьких температур на ґрунт під будівельними конструкціями.

Використання піноскла в будівництві дозволяє створювати енергозберігаючі будови значно легше звичайних і, таким чином, при загальному здешевленні будівництва більш ніж на 20–25%, забудовувати площі, розташовані на слабких і заболочених ґрунтах в регіонах з холодним і жарким кліматом, проводити реконструкцію існуючих будівель. При цьому всі конструкції, будівлі та споруди, побудовані з використанням піноскла, будуть забезпечувати значне зниження катастрофічних наслідків при техногенних і природних впливів (пожежі, землетруси) [22].

3.2 Переваги використання виробів з піноскла

Довговічність експлуатації. Гарантійний термін експлуатації блоків з піноскла зі збереженням значень фізичних характеристик матеріалу дорівнює терміну експлуатації будівлі і перевищує 100 років.

Експериментальні дослідження об'єктів, утеплених піносклом, більше 50 років тому показали відсутність істотних змін у структурі піноскла. Фактор збереження теплозахисних властивостей протягом всього існування будівлі особливо важливий з огляду недоступності теплоізоляційного матеріалу після завершення робіт. Піноскло не схильне старінню по ряду причин, тому що його унікальні властивості протистоять активним факторам, котрі виявляють себе з перебігом часу:

- окислення. Активний кисень, що міститься в атмосфері, не робить ні найменшого впливу на піноскло через те, що цей матеріал складається виключно з вищих оксидів кремнію, кальцію, натрію, магнію, алюмінію;
- ерозія. Оскільки піноскло не має розчинних компонентів у своїй структурі, не відбувається розчинення і розмиву матеріалу водою;
- температурні перепади. Піноскло має дуже низький коефіцієнт лінійного температурного розширення, що дозволяє без шкоди для структури

матеріалу переносити добові і річні коливання температури;

- замерзання води. При замерзанні вода розширюється і може руйнувати, затікаючи в тріщини, навіть такі міцні мінерали, як базальт і граніт. Поверхня піноскла складається з півсфер, сам матеріал являє собою замкнуті осередку, зовсім виключають потрапляння води всередину, тому розширення води при замерзанні не руйнує піноскло;

- деформація. Піноскло – дуже міцний для своєї щільності матеріал, що повністю виключає можливість його усадки, провисання і т.п. наслідків тривалого впливу сили тяжіння і механічного впливу;

- активність біологічних форм. Піноскло не є живильним середовищем для грибка, цвілі і мікроорганізмів, не пошкоджується корінням дерев, тому активність біологічних форм не завдає шкоди структурі матеріалу протягом часу.

Міцність. Піноскло найміцніший з усіх ефективних теплоізоляційних матеріалів. Міцність піноскла на стиск в кілька разів вище, ніж у волокнистих матеріалів і пінопласту.

Перш за все, чим вище міцність на стиск, тим менш стискається матеріал, що піддався зовнішньому впливу. У той же час стиснення теплоізоляційного матеріалу призводить до збільшення його теплопровідності й зниженню теплозахисних властивостей конструкції. Піноскло унікальне тим, що є абсолютно не стисливим матеріалом. Більш того, менш міцний, ніж піноскло, теплоізоляційний матеріал вимагає анкерного і штирьового кріплення до несучої конструкції споруди і, чим він менш міцний, тим більше елементів кріплення необхідно використовувати для фіксації теплоізоляційного шару і тим самим збільшуючи кількість сторонніх високо теплопровідні включення, що створюють додаткові «містки холоду». Більш міцний теплоізоляційний матеріал може нести частину навантаження за рахунок власних фізичних властивостей, дозволяючи в деяких випадках і зовсім не застосовувати додаткових металевих кріплень, що зменшують опір теплопередачі теплоізоляційного шару.

Стабільність розмірів блоків. Завдяки тому, що піноскло складається виключно з скляних осередків, цей матеріал не дає усадки і не змінює геометричні розміри з часом під дією ваги будівельних конструкцій, експлуатаційних навантажень. Все це має дуже важливе значення як для всієї будівельної конструкції в цілому, так і для збереження експлуатаційних властивостей теплоізоляційного шару.

Наявність даного фактора дуже важливо, тому що матеріали, розміри яких не стабільні через теплове розширення, стиску або усадки під час експлуатації можуть викликати пошкодження гідроізоляційного і обробного шарів, утворювати «містки холоду» через усадки, провисання або стиснення при охолодженні.

Піноскло виготовлено зі скла і має коефіцієнт температурного лінійного розширення, порівнянний з коефіцієнтом температурного лінійного розширення матеріалів, з яких складаються класичні несучі конструкції: бетон, сталь, кладка з керамічної або силікатної цегли. Ця близькість значень гарантує стабільність розмірів піноскла, покладеного або змонтованого на сталеву або бетонну конструкцію.

Стійкість фізичних параметрів. Піноскло являє собою матеріал, що складається з герметично замкнених гексагональних і сферичних осередків. Така структура матеріалу виключає взаємодію газового середовища осередків з атмосферою і зумовлює незмінність у часі характеристик матеріалу. Тобто, під час експлуатації не відбувається зміни таких параметрів блоків з піноскла, як теплопровідність, міцність, стійкість, форма і т.д. Фактор збереження властивостей теплоізоляційного матеріалу з плином часу особливо важливий при експлуатації будівель і споруд на увазі недоступності матеріалу після завершення робіт.

На території колишнього СРСР, а також в Європі та Північній Америці піноскло використовувалося як утеплювач більше 50 років. Натурні обстеження, результати лабораторних випробувань, заміри фізико-технічних параметрів блоків з піноскла, узятих з будівельних конструкцій з терміном

експлуатації, що обчислюється 40-50 роками, показали, що характеристики піноскла практично не змінилися, тому що результати вимірювань збіглися з початковими значеннями.

Актуальність збереження первісних значень параметрів утеплювача під час експлуатації будівлі та споруди має в сучасному будівництві першочергове значення, як унаслідок підвищених вимог замовників і споживачів, що пред'являються до експлуатаційним якостям всієї будівлі або споруди, гарантії їх незмінності в часі, так і архітектурного ускладнення конструкцій будівлі, де витрати на капітальний ремонт і заміну втратив свої властивості утеплювача порівнянні з витратами на зведення та споруду.

Стійкість до хімічного і біологічного впливу. Скло, з якого на 100% складається піноскло, не руйнується хімічними реагентами (за винятком плавикової кислоти), не є живильним середовищем для грибка, цвілі і мікроорганізмів, не пошкоджується корінням рослин, абсолютно «непрохідною» для комах і гризунів і являє собою ідеальний бар'єр для подібних шкідників.

Стійкість піноскла до гниття і відсутність живильного середовища для розповсюдження плісняви та грибків особливо важливо при використанні піноскла в замкнутому, невентильованому просторі покрівлі, стін, цоколя і фундаменту. Відсутність органіки дозволяє гарантовано уникнути ситуацій, пов'язаних з руйнуванням і деструкцією теплоізоляційного матеріалу під впливом біологічно активного середовища.

Піноскло, крім усього іншого, дуже хороший абразивний матеріал. У той же час природа ще не створила жодної біологічної форми, здатної точити абразиви без швидкої втрати природних пристосувань. Цю особливість піноскла активно використовують при теплозахисту зерносховищ, промислових харчових холодильників, складів, так як при використанні піноскла, крім теплозахисного шару, вдається створити надійний бар'єр на шляху шкідників.

Негорючість і вогнестійкість. Піноскло повністю негорючий матеріал, не містить органічних компонентів, що можуть окислюватися. Технологія виробництва піноскла така, що готовий виріб виходить в результаті виготовлення в печах при температурі, близької до 1000 ° С, тому при нагріванні піноскла до високих температур воно лише плавиться як звичайне скло без виділення газів або парів. Цей фактор важливий для протипожежних властивостей конструкції.

Основні критерії пожежної безпеки – негорючість матеріалу та відсутність поглинаючої здатності. Піноскло не є паливом і абсорбуючим матеріалом і, отже, здатне забезпечити кращий протипожежний захист ізольованих об'єктів.

Вологонепроникність, водостійкість і негігроскопічність. Вода не чинить на піноскло ніякого впливу з двох причин: піноскло складається з герметично замкнутих осередків, матеріал стінок яких - звичайне силікатне скло. Воно не вбирає вологу і не пропускає її, при використанні в захисній конструкції створює додатковий гідробар'єр. При пошкодженні гідроізоляції піноскло не допускає розповсюдження води, як у вертикальному, так і в горизонтальному напрямку.

Водостійкість піноскла дозволяє йому протягом тривалого часу запобігати утворенню льоду, забезпечувати повний захист від корозії та відмінну терморегуляцію. Піноскло стійке до дії як прісної, так і солоної води.

Екологічна чистота і санітарна безпека. Екологічна і санітарна безпека піноскла дозволяє здійснювати утеплення огорожуючих конструкцій не тільки для приміщень, в яких необхідна підвищена чистота повітря (будівлі освітнього і медичного призначення, спортивні споруди; музеї; високотехнологічні виробництва і т.п.), а й для будинків зі спеціальними санітарно-гігієнічними вимогами (харчова та фармакологічна промисловість; лазні та сауни; басейни; кафе, ресторани, їдальні і т.п.).

Простота обробки. Піноскло легко обробляється столярним інструментом під будь-які необхідні розміри і форму. Зв'язується і склеюється

будь-яким типом будівельної суміші, бітуму або клею. Все це дозволяє здійснювати монтаж піноскла з використанням різних варіантів кріплення. Обумовлено це тим, що прилипання відбувається не стільки за рахунок адгезії, а за рахунок надзвичайно розвиненою поверхні піноскла і механічного зчеплення поверхонь [23].

Піноскло при теплопровідності, рівної теплопровідності кращих теплоізоляційних матеріалів, перевершує їх по ряду інших показників. Піноскло не пропускає вологу, володіє високою механічною міцністю, негорюче і задовольняє високим санітарно-гігієнічним вимогам. Порівняльна характеристика різних видів піноскла та деяких інших матеріалів наведена у таблицях 3.1 і 3.2.

Мікрофотографія структури піноскла (рис. 3.1) показує відсутність мікропористості і, як наслідок, нульову адсорбційну вологоємність. Мікрофотографія структури піногазобетону (рис. 3.2) демонструє розвинуту мікропористість, що і пояснює більш низький коефіцієнт вологостійкості [22].

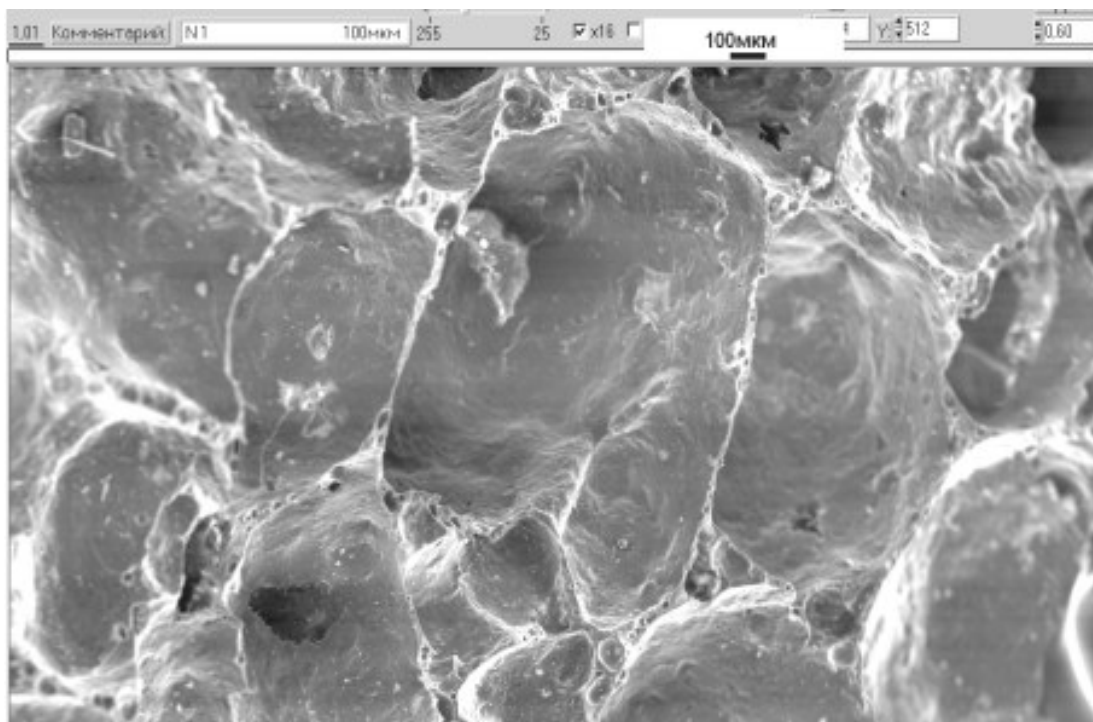


Рис. 3.1 – Мікрофотографія структури піноскла

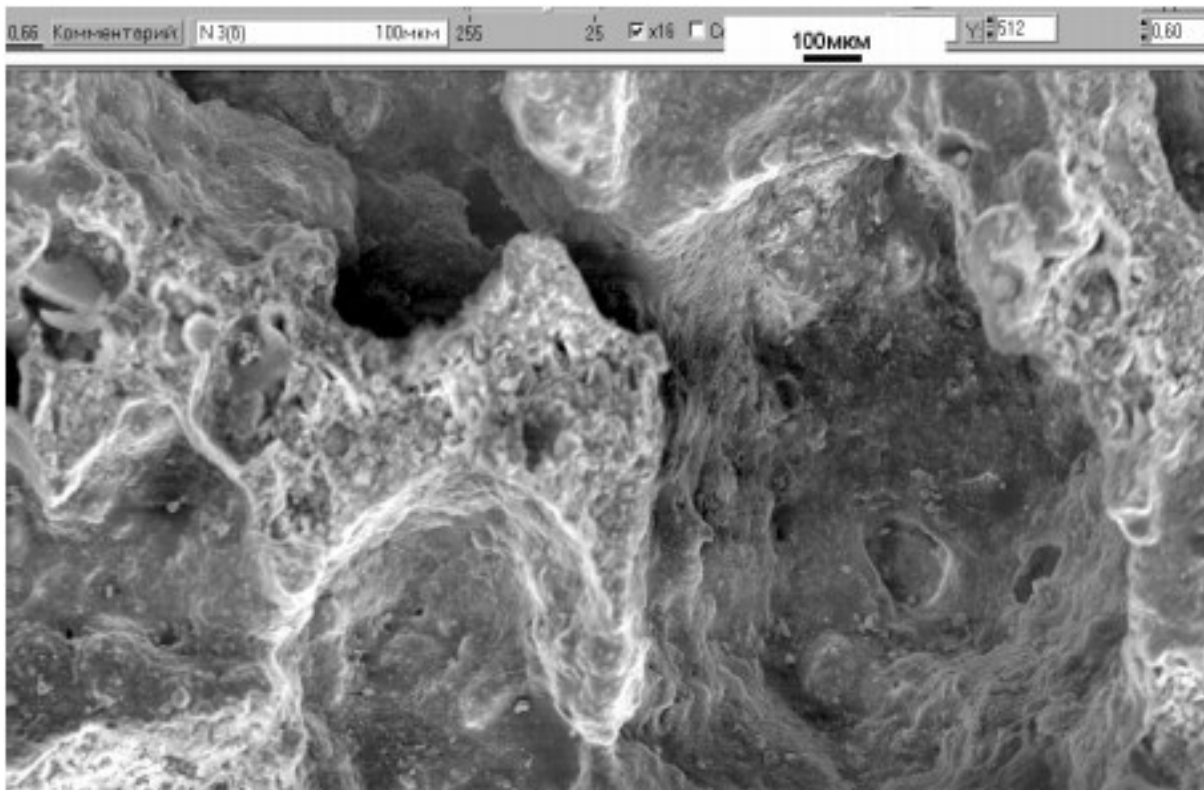


Рис. 3.2 – Мікрофотографія структури піногазобетону

3.3 Технологія виробництва піноскла

Вперше спосіб отримання піноскла був розроблений в 1932 р. в МХТІ ім. Д. І. Менделєєва. Промислове виробництво піноскла було запроваджено на Костянтинівському заводі «Автоскло». До 1956 р. піноскло вироблялося за двостадійною схемою: спінення блоків у формах здійснювалося в тунельній печі, а їх відпал - в печі відпалювання. Цей спосіб був мало продуктивним і вимагав додаткових трудомістких операцій по вилученню блоків з форм. Перехід на одностадійну схему, за якою обидва технологічних процеси – спінювання і відпал – поєднані в один, дозволив значно збільшити продуктивність установок і знизити собівартість продукції.

Вперше одностадійний спосіб виробництва піноскла був освоєний на Гомельському скляному заводі. Пізніше аналогічний цех був побудований на заводі «Мос-кераміка».

Таблиця 2.1 – Характеристики теплоізоляційного піноскла [23]

Показник	Вид піноскла				
	ізоляційно-будівельне	ізоляційно-монтажне	гранульоване	вологозахисне	легке
Густина, кг/м ³	160...250	130...160	100...140	140...180	100...130
Теплопровідність при температурі 25°C, Вт/(м·°C)	0,07...0,086	0,058...0,07	0,04...0,055	0,06...0,07	0,042...0,055
Об'ємне водопоглинення, %	5...15	2...5	8	1...2	15
Міцність, МПа					
- на стиск	0,8...2,0	0,5...0,8	0,1...0,3	1,0...1,5	0,25...0,6
- на вигин	0,8...1,0	0,3...0,4		0,6...0,7	
Гранична температура застосування, °C	-180...+400				

Таблиця 2.2 – Порівняльна характеристика теплоізоляційних матеріалів [22]

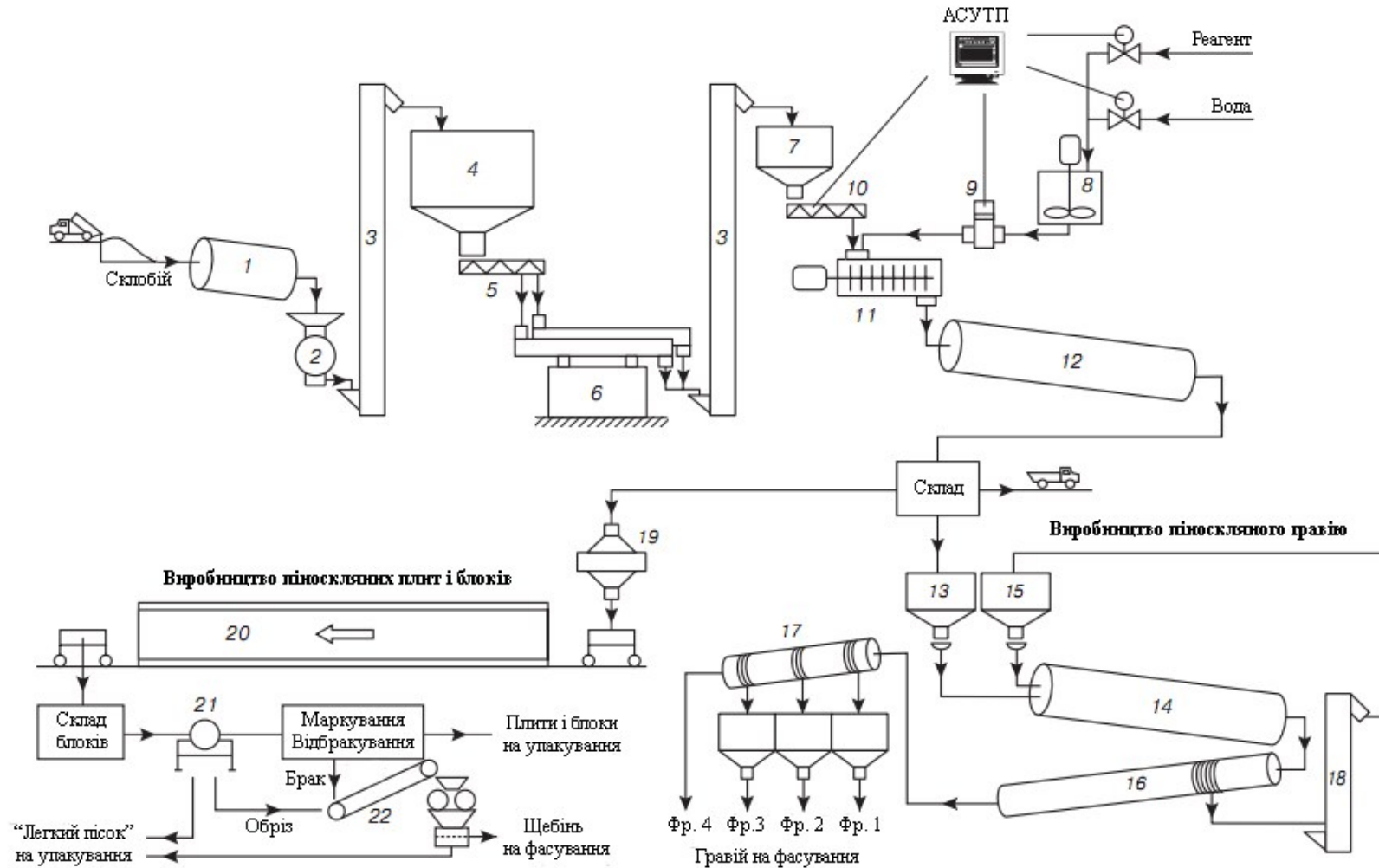
Показник	Цегла червона	Пінополіуретан	Пінополістирол	Плити із мінеральної вати	Газобетон, пінобетон	Піноскло
Густина, кг/м ³	1200	40...80	20...150	50...125	300...1000	100...600
Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·К)	0,52	0,029...0,041	0,04...0,06	0,06...0,07	0,13...0,47	0,043...0,14
Паропроникність, мг/(м·год·Па)	0,11	0,05	0,05	0,38...0,60	0,23...0,25	0,01...0,3
Стабільність розмірів	відмінна	змінює розміри	задовільна	задовільна	відмінна	відмінна
Міцність на стиск, кг/см ²	50...150	-	0,05...1,0	-	8...50	5...75
Опір нетривалій дії тепла, °С	1300	180	100	250	450	750
Верхня температурна межа експлуатації, °С	950	120	80	200	400	600
Стабільність при експлуатації	В сухому стані термін експлуатації необмежений	Через 10-15 років спостерігається руйнування матеріалу		Через 5-10 років спостерігається руйнування матеріалу	В сухому стані термін експлуатації необмежений	Час експлуатації необмежений
Екологічна безпека матеріалу	Екологічно безпечний	При експлуатації (особливо, при підвищеній вологості та температурі) має місце виділення токсичних компонентів		При експлуатації виділяються газові компоненти	Екологічно безпечний	Екологічно безпечний

В даний час основною технологією виробництва піноскла є так звана «порошкова»: тонкоподрібненому силікатне скло (частки 2–10 мкм) змішується з газоутворювачем (зазвичай – вуглецем), отримана однорідна механічна суміш (шихта) в формах, або на конвеєрній стрічці надходить у спеціальну тунельну піч. Для отримання теплоізоляційного піноскла із середньою щільністю 160–180 кг/м³ застосовують порошки скла з питомою поверхнею близько 6000 см²/г і вуглецеві газоутворювачі з такою ж або значно більшою питомою поверхнею: кокс, антрацит, сажу, вапняк, мармур.

В результаті нагрівання до 800–900 °С частинки скла розм'якшуються до в'язко-рідкого стану, а вуглець окислюється з утворенням газоподібних CO₂ і CO, які і спінюють скломасу. Механізм реакції газо- і піноутворення досить складний і не обмежується тільки реакцією окислення вуглецю киснем повітря, більш важливу роль відіграють окисно-відновні процеси взаємодії вуглецю з компонентами розм'якшеного скла.

Виробництво якісного блочного піноскла справедливо вважається досить технічно непростим завданням. Причиною тому є складність фізико-хімічних процесів безпосередньо при вспіненні, а також строгі вимоги до процесів фіксації і охолодження (відпалу) готової піни. Так, наприклад, фіксація ускладнюється тим, що склу не властиво різке твердіння при охолодженні, а фіксація піноскла може супроводжуватися такими процесами, як екзотермічні реакції в скляному розплаві, спонтанна кристалізація (девітріфікація) скломаси, істотна неоднорідність температурного поля в вспіненому масиві і т.п. Правильно охолодити спінений блок також не просто - матеріал має вкрай низький коефіцієнт теплопровідності при відомій крихкості тонких скляних осередків піни. В результаті відпал розтягується на 10-15 годин і накладає суттєві обмеження на висоту (товщину) блоків (допустима швидкість охолодження обернено пропорційна квадрату товщини).

Технологічна схема виробництва піноскла представлена на рис. 3.3 і включає в себе: підготовку скляного порошку заданої гранулометрії, введення і розмішування добавок піноутворювача, спінювання суміші при підвищеній температурі з отриманням блоків, відпал і механічну обробку блоків піноскла.



1 – сушильний барабан, 2 – дробарка, 3 – елеватор, 4, 7 – бункер-накопичувач, 5 – дозатор, 6 – млин, 8 – мішалка, 9, 10 – дозатори, керовані за допомогою АСУТП, 11 – змішувач неперервної дії, 12 – сушарка-окатувач, 13, 15 – бункер-дозатор, 14 – барабана піч, 16 – барабанний холодильник, 17 – розсіюючий барабан, 18 – елеватор, 19 – ваговий дозатор, 20 – тунельна піч, 21 – розпилувальний станок, 22 – ділянка подрібнення та розсівання

Рис. 3.3 – Принципова технологічна схема виробництва піноскла [20]

Технологія передбачає потокове виробництво з високим рівнем механізації і автоматизації, відсутність промислових відходів та виділень шкідливих речовин.

Сировиною при виробництві піноскла можуть служити звичайні матеріали для скляного виробництва, відходи від виробництва скла та склобій виробів, вторинний склобій, зібраний у населення або на підприємствах громадського харчування.

Ще однією важливою особливістю технології виробництва піноскла є можливість використовувати різні види енергії: природний газ, мазут, електроенергія для спінювання скла, що дає можливість організувати виробництво в різних регіонах країни і вибору найбільш економічно ефективного джерела енергії для даного регіону.

Процес виробництва піноскла починається з варіння скла заданого складу у ванній печі. Для отримання теплоізоляційного піноскла найчастіше застосовують скло, близьке за хімічним складом до складів листового і тарного скла з підвищеним вмістом лужних оксидів. Склад скла, %: SiO_2 – 72–73; Al_2O_3 – 0,5–2; CaO – 6–8; MgO – 1–4; Na_2O – 15,5–16,5; SO_3 – 0,3–0,5.

Для деяких специфічних умов застосування піноскла можуть застосовуватися склад скла, який значно відрізняється від наведених вище, наприклад, борсилікатні і малолужні. Так, для ізоляції промислових холодильних установок рекомендується хімічно стійке скло наступного складу, %: SiO_2 – 71,6; Al_2O_3 – 1,3; B_2O_3 – 1,9; CaO – 3,7; MgO – 2,8; Na_2O – 12,7; SO_3 – 0,3; As_2O_3 – 0,1; Sb_2O_3 – 0,2.

Варіння скла проводять без освітлення, не освітлену скломасу гранулюють і направляють на помел. При використанні в якості сировини скляного бою або склоподібних гірських порід в технології виробництва піноскла відсутні варіння скломаси і грануляція.

Піноскляну шихту складають або спільним помелом і змішуванням попередньо дозованого скла і газоутворювача, або роздільним помелом компонентів шихти і наступним їх змішуванням. Найчастіше застосовують спільний помел та змішування піноскляної шихти. При спільному помолі скла і вуглецевих газоутворювачів, особливо сажі, помел скла значно прискорюється

внаслідок дії вуглецевих газоутворювачів як поверхнево-активних речовин. Помел і змішування компонентів піноскляної шихти проводять в багатокамерних трубчастих млинах.

Спінення – один з найбільш важливих процесів в технології виробництва піноскла, що впливає на структуру і властивості піноскла. Його спінюють в спеціально призначених для цього термічних печах. Для проведення спінювання піноскляну шихту засипають у форми з легованої сталі, яку накривають кришкою. Перед засипанням піноскляної шихти внутрішню поверхню форми вкривають крейдяною або каоліновою пастою.

Після засипки поверхню шихти розрівнюють, а в деяких випадках шихту у формі ущільнюють шляхом вібрації, що запобігає прилипанню пластичної скломаси до стінок форм в процесі спінювання. У форми засипають до 4-5 кг піноскляної шихти. Спінення, відпал та охолодження піноскла можна робити одностадійним і двостадійним способами.

При одностадійному способі спінення піноскляної маси, відпал та охолодження блоків проводять в формах в безперервно діючій тунельній печі.

При двостадійному способі блоки піноскла після завершення спінювання витягують з форм і направляють на відпал та охолодження в піч відпалу, аналогічну до печі для скловиробів. Найбільш поширений двостадійний спосіб. Він вимагає меншої кількості форм, полегшує автономне регулювання температурного режиму спінювання, покращує умови відпалу піноскляного блоку.

При двостадійному способі піноскляна шихта в металевих формах проходить термічну обробку за наступним режимом. У печі спінювання при 800-850°C шихта нагрівається і спінюється. Під дією високої температури відбувається розм'якшення часток скляного порошку і його спікання. Гази, що виділяються при згоранні або розкладанні газоутворювача, вспінюють в'язку скломасу. Нагрівання триває близько 60 хв, спінення – 20...30 хв. Потім форми з піносклом різко охолоджують протягом 15...20 хв.

При охолодженні утворюється матеріал з комірчастою структурою. Подальший процес стабілізації при 600°C триває 30...40 хв. Таким чином, через

125...150 хв термічна обробка в печі спінювання закінчується, піноскляні блоки витягають із форм і поміщають в піч відпалу. Відпал та охолодження піноскляних блоків до 30°C досить тривалий і відповідальний етап термічної обробки піноскла.

На відміну від масивного скла температуру при відпалі піноскляних блоків потрібно знижувати спочатку швидше, потім повільніше. Від 600 до 500...450°C може бути прийнята швидкість 1...1,5°C/хв, потім до повного охолодження (до 30°C) - 0,6...0,7°C/хв.

Більш раціональним і економічним є відпал піноскла, який здійснюється в три етапи з триразовою зміною швидкості охолодження. Швидкість охолодження на першому етапі термообробки (650...560 °C) може змінюватися в досить широких межах від 1 до 5 °C/хв і більше. Основну роль в відпалі піноскла грає другий етап термообробки (560...480°C), швидкість охолодження на ньому не повинна перевищувати 0,5...2 °C/хв.

Напруження, що утворилися на третьому етапі термообробки (480...30 °C), носять тимчасовий характер і тому можуть досягати межі міцності на розтяг шарів піноскла. Тому швидкість охолодження на третьому етапі можна прийняти від 1 до 5 °C/хв. Повільне охолодження (відпал) сприяє рівномірному охолодженню виробів по всьому об'єму. Тому в них не виникає внутрішня напруга, не утворюється тріщин.

При одностадійному способі, спінювання і відпал здійснюється в одній печі, і режим відпалу відповідає вищеописаному. Двостадійний спосіб має на увазі проведення спінювання та відпалу в окремих печах з транспортуванням виробів по повітрю.

В результаті має місце різка зміна температури (термоудар) у верхньому інтервалі відпалу (при 650 °C), яке може привести до руйнування виробів. Для збереження міцності виробів, тривалість перекладки не повинна перевищувати 3 хвилини.

Блоки піноскла після відпалу надходять на обробку для надання їм прямокутної форми шляхом спилювання нерівностей і шліфування поверхонь.

Піноскло можна також робити у вигляді безперервної стрічки в печі спінювання довжиною близько 20 м. Шихту засипають в лотки, виготовлені з жаростійкої сталі, виконані у вигляді піддонів шириною 1000 мм і довжиною 1600 мм; причому по довгій стороні є виступи заввишки 100 мм, які утворюють бічні стінки жолоба. Форми встановлюють на напрямні і за допомогою штовхача просувають уздовж печі.

В результаті послідовної стикування лотків уздовж печі спінювання утворюється суцільний жолоб або періодично переміщувана підкладка, на якій спінюється стрічка піноскла. Стрічку піноскла після виходу з печі розпилюють на блоки, потім вони поступають на відпал. Звільнені від піноскла піддони за допомогою роликового конвеєра, що проходить під піччю, переміщаються назад до завантажувального кінця печі спінювання.

3.4 Прийняття ефективного технологічного рішення

На підставі вищенаведених даних і економічних показників, а також відповідно до завдання на кваліфікаційну роботу пропонується удосконалити технологію утилізації склобою на території ТОВ «Утиліта» шляхом будівництва лінії з виробництва піноскляних гранул. Принципова схема пропонованої лінії наведена на малюнку 3.4.

3.4.1 Ділянка подрібнення склобою

Склобій автотранспортом надходить на підприємство і висипається в прийомний бункер, потім надходить у дробарку, де відбувається подрібнення до необхідного розміру (рис. 3.7, 3.8).

Подрібнювач ПГ-2 (рис 3.5) призначений для рівномірної подачі склобою, в тому числі в середовищі захисних газів, що виключають взаємодію матеріалу з навколишньою атмосферою.

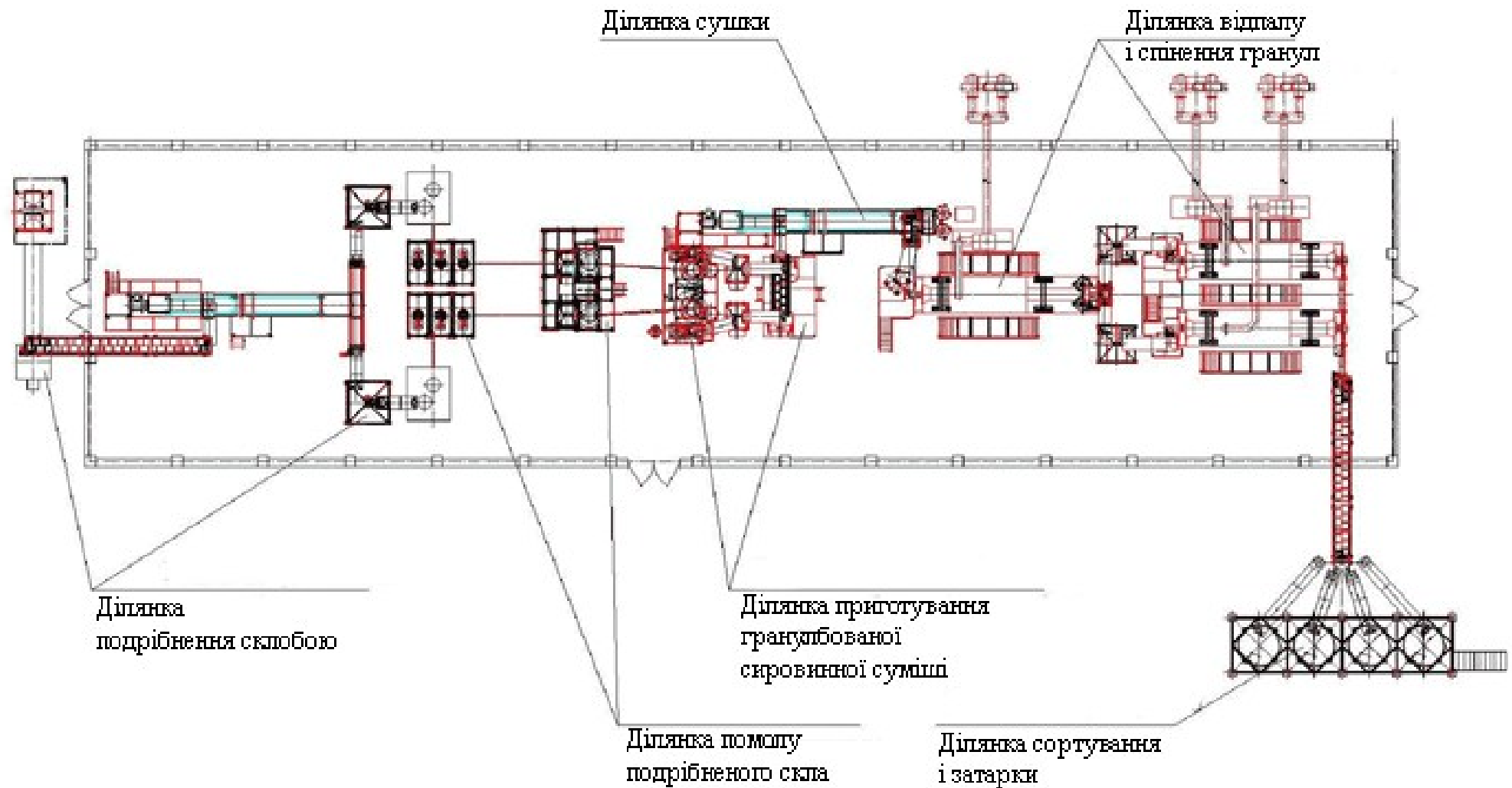


Рис. 3.4 – Схема лінії з виробництва гранульованого піноскла

Дробарка шокова ШД10 (рис. 3.6) призначена для дроблення крихких, сипучих матеріалів різної міцності і твердості до 7 од. за шкалою Мооса.



Рис. 3.5 – Подрібнювач ПГ-2



Рис. 3.6 – Дробарка шокова ШД10



Рис. 3.7 – Склобій (початковий продукт)



Рис. 3.8 – Кінцевий продукт

3.4.2 Ділянка помолу подрібненого скла

Подрібнений до заданого розміру склобій подається в аттрітор для переробки в стеклопорошок із заданим розміром частинок (рис. 3.11).

Бункер (рис. 3.9) призначений для забезпечення рівномірного завантаження матеріалу в дробильно-сортувальне обладнання.

Млин кульовий (рис. 3.10) призначений для сухого помолу різних рудних і нерудних корисних копалин, будівельних матеріалів середньої твердості.



Рис. 3.9 – Бункер



Рис. 3.10 – Млин кульовий



Рис. 3.11 – Склопорошок (кінцевий продукт)

3.4.3 Ділянка приготування гранульованої сировинної суміші

Склопорошок надходить в змішувач, де відбувається змішування склопорошка з водним розчином піноутворювача і дрібне гранулювання. Приготовлена суміш надходить в гранулятор для укрупнення і ущільнення гранул (рис. 3.15).

Дозатори (рис. 3.12), пристрої для автоматичного відмірювання (дозування) заданої маси або об'єму твердих сипучих матеріалів, паст, рідин, газів. Змішувач (рис. 3.13) призначений для змішування сипучих і рідких компонентів. Прес-гранулятор (рис. 3.14) призначений для отримання гранул торфу, вугільного пилу та інших сипучих продуктів.



Рис. 3.12 – Дозатор

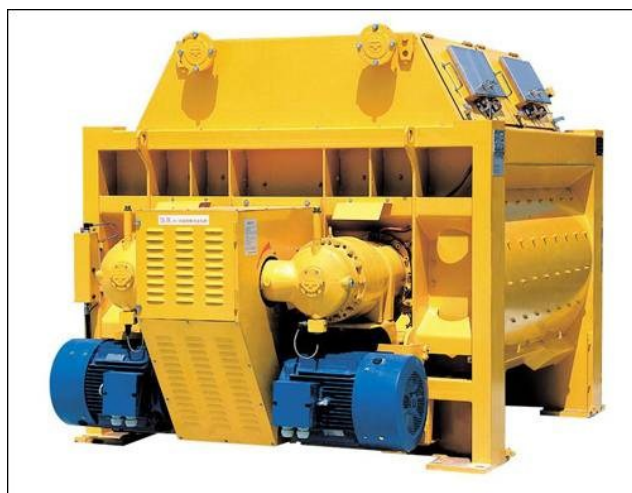


Рис. 3.13 – Змішувач



Рис. 3.14 – Гранулятор



Рис. 3.15 – Кінцевий продукт

3.4.4. Ділянка сушки

Гранулят надходить на сушку в барабанну сушарку.

Сушарки барабанного типу призначені для сушіння сипучих матеріалів в різних галузях промисловості (рис. 3.16).



Рис. 3.16 – Сушарка барабанного типу



Рис. 3.17 – Кінцевий продукт

3.4.5 Ділянка відпалу і спінення гранул

Висушена гранула надходить на спікання і спінювання під обертові печі.

Піч обертова (рис. 3.18) призначена для транспортування гранул в зону випалу, зону охолодження і зону вивантаження і може бути встановлена як в приміщенні, так і на відкритому повітрі під навісом.



Рис. 3.18 – Обертова піч



Рис. 3.19 – Кінцевий продукт

3.4.6 Ділянка сортування і затарки

Готова піногранула направляється на класифікацію з подальшою затаркою і відправкою до споживача.



Рис. 3.20 – Кінцевий продукт

Техніко-економічні показники лінії з виробництва гранульованого піноскла наведені у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 –Техніко-економічні показники

Найменування	Показник
Продуктивність лінії, м ³ /рік	10 000
Необхідна виробнича площа, м ²	Від 1 000
Виробничий персонал, чол.	16
- робітники на виробництві	3
- ІТР	2
- допоміжні робітники	
Витрати електроенергії на 1 м ³ продукції, кВт	70
Витрати технічної води на 1 м ³ продукції, м ³	0,13
Витрати природного газу на 1 м ³ продукції, м ³	40
Стоки на 1 м ³ продукції, м ³	0,1
Загальне енергоспоживання, кВт	450

3.5 Організація робіт для реалізації прийнятого рішення

Реалізація на практиці прийнятого технологічного рішення дозволить досягти наступних результатів (табл. 3.4). Враховуючи, що щорічно на території м. Новомосковська накопичується близько 200 тис. м³ ТПВ [24]. Маючи орієнтовні дані про морфологічний склад ТПВ та густину скла (в середньому, 2600 кг/м³), визначаємо кількість відходів скла, які можуть бути вилучені з потоку сміття і утилізовані.

Дана технологія дозволяє ефективно вирішити проблему утилізації відходів сміттєспалювальних заводів, хімічних виробництв, відходів атомної промисловості шляхом їх змішування з обробленою кременистою породою, гранулювання і склування при випаленні. Отримані гранули можуть бути використані в якості будівельних матеріалів - щебеню, гравію.

Таблиця 3.4 – Розрахунок кількості відходів скла

Показник	Значення
Загальна кількість ТПВ, тис. м ³ /рік	200,0
Вміст скла у ТПВ, %	8...10
Обсяг скла у ТПВ, тис. м ³ /рік	16,0...20,0
Загальна кількість відходів скла, тис. т/рік	41,6...52,0
Витрата склобою на 1 м ³ піноскла, кг	150
Потенційний об'єм продукції при використанні відходів скла, тис. м ³ /рік	277,3...346,7

Крім того, запропонований спосіб дозволяє значно поліпшити експлуатаційні властивості широко використовуваним сьогодні гранульованих теплоізоляційних матеріалів, що мають високу водопоглинання – перліту, вермикуліту і т.п., за рахунок додавання кременистого сировини (10-20% по масі) і виробництва нового продукту з мінімальним водопоглинанням - наприклад, теплоізоляційних плит [25].

ВИСНОВКИ

1. Процес постійного розширення виробництва як відповідь на стрімке зростання кількості населення, його рівня життя і відповідно – потреб, призводить до активного використання все більшої кількості природних ресурсів і утворення відходів виробництва та відходів споживання, що однією з найбільш глобальних екологічних проблем сучасності. Тверді побутові відходи є джерелом санітарної та екологічної небезпеки. Проблема поводження з твердими побутовими відходами є дуже актуальною для України. Щорічно в містах і селищах міського типу України утворюється величезна кількість твердих побутових відходів, переважна більшість яких відходів вивозяться на звалища та полігони. Крім того, що дані об'єкти займають значні площі, у 80% випадків на полігонах не дотримуються вимоги екологічної безпеки щодо забруднення підземних вод і повітряного басейну.

2. У той же час тверді побутові відходи містять у своєму складі значну кількість цінних компонентів, які можуть бути вилучені і повторно використані в якості вторинних джерел сировини та енергії. Так, щороку в Україні утворюється близько 3,7 – 4,6 млн. м³ відходів скла, яке може бути перероблено практично безліч кількості разів без жодної втрати своїх якостей.

Для розвитку промислової переробки відходів скла державі необхідно створити систему роздільного збору цією вторинної сировини, для того щоб збільшити кількість, а також якість та безпеку вторинних ресурсів.

У всіх європейських країнах, США, Канаді та Японії вже досить давно діє принцип розширеної відповідальності виробників, які зобов'язані забезпечити паралельний розвиток не тільки процесів виготовлення виробів та товарів, а й їхню подальшу переробку із застосуванням найкращих доступних технологій.

Така стратегія управління вже на етапі виробництва продукції спонукає виробників враховувати екологічні наслідки, завдяки чому скорочується утворення відходів і підвищується ступінь переробки пакування за рахунок

обов'язкової утилізації випущених товарів та обов'язкового збору використаних товарів. Впровадження такої стратегії в Україні також змусило би виробників скляної продукції докладати більше зусиль для збору та переробки цього цінного ресурсу.

3. Основним напрямком застосування склобою у всьому світі є виробництво тари (банок, пляшок), так як це найбільш масове виробництво, однак це не єдиний напрям утилізації склобою. Одним з найбільш раціональних є виробництво теплоізоляційних матеріалів, зокрема, піноскла. Запропонована лінія з виробництва гранульованого піноскла дозволить утилізувати понад 1500 т склобою щорічно. Технологічне рішення спрямоване на поліпшення екологічних умов та стану екологічної безпеки досліджуваної території.

4. Впровадження на ТОВ «Утиліта» лінії з виробництва гранульованого піноскла доцільно не тільки з екологічної точки зору (знижується надходження відходів скла на полігони, скорочується споживання природних ресурсів), а й з економічної (щорічний дохід становить понад 2,1 млн. грн.).

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2020 році. URL: <https://mepr.gov.ua/news/38840.html>
Загол. з екрана.
2. Стан сфери поводження з побутовими відходами в Україні за 2021 рік. URL: <https://www.minregion.gov.ua/napryamki-diyalnosti/zkhk/terretory/stan-sfery-povodzhennya-z-pobutovymy-vidhodamy-v-ukrayini-za-2021-rik/> Загол. з екрана.
3. Утворення та поводження з відходами I-IV класів небезпеки за категоріями матеріалів. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua/> Загол. з екрана.
4. Recycling – why it’s important and how to do it. Briefing. September 2008. Friends of the Earth (Electronic resource) / Access mode: <http://www.foe.co.uk/resource/briefings/> - Title from the screen.
5. Environmental benefits of recycling [Text] / Published by: Department of Environment, Climate Change and Water NSW // DECCW 2010/58, ISBN 978 1 74232 530 9/ June 2010. – p. 26.
6. ТОВ «Утиліта». Про компанію. URL: <http://www.stekloboy.com/uk/company-ua/about-company/> Загол. з екрана.
7. Звіт про проведення екологічного аудиту м. Новомосковськ. – ТОВ НВП «Центр екологічного аудиту і чистих технологій», 2009.
8. Мелконян Р. Г. Все про відходи скла. *Тверді побутові відходи*. 2014. № 5. С. 10-15.
9. Міщенко С.О. Створення технології переробки скловмісних відходів в розплаві теплоносія. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2018. № 3 (244). С.74-77.
10. Екхард Цайгер. Дрібнофракційне скло: Не пропаде ні крихти. *Тверді побутові відходи*. 2014. № 5. С. 24-27.
11. Баратов С.Е. Вторинна переробка скла в Росії: погляд зсередини. *Наука, техніка та освіта*. 2015. №3 (9).
12. Кетов П.А. Ресурсний потенціал відходів скла – компонента твердих

комунальних відходів, як основа для вибору економічно обґрунтованої технології їх переробки. *Вісник ПНДПУ. Прикладна екологія*. 2018. № 4. С. 47-57.

13. Пальчиків Я. І. Проблеми, що перешкоджають переробці скла. Тверді побутові відходи. 2017. № 10. С. 8-9.

14. Кусмарова Д.А., Горбатко С.В. Проблеми утилізації бою скла. *Донбас майбутнього очами молодих вчених*: збірн. мат. конф., м.Донецьк, 2018. С. 85-88.

15. Гогольова Н.А. Відкриття підприємства по утилізації відходів скла. *Сучасні проблеми економічного розвитку*: мат. наук. студ. конф., м.Омськ, 2019. С. 4-7.

16. Завгородня Н. І. Дослідження процесу утилізації екранного склобою у виробництві склокерамічної плитки. *Scientific Journal «ScienceRise»*. 2016. №1/2(18). С. 32-36.

17. Чим відрізняються між собою склотканина, скловолокно і скломат. URL: <https://pkf-elektroplast.com.ua/ua/a420831-chem-otlichayutsya-mezhdu.html>. Загол. з екрана.

18. Піноскло – новий матеріал для теплоізоляції. URL: <https://vsekottedzhi.com.ua/ua/news/penosteklo--novyj-material-dlja-teploizoljatsii> . Загол. з екрана.

19. Кондратенко В.О. та ін. Технологія захисту навколишнього середовища за рахунок використання відходів склобою в дорожньому будівництві. *Науково-технічний збірник «Автомобільні дороги і дорожнє будівництво»*. 2021. №110. С. 108-114.

20. Облaсті застосування піноскла. URL: <http://www.penosyтал.ru/applfields.html> . – Загол. з екрану.

21. ЗАТ «Гомельскло». URL: <http://www.gomelglass.com/>. Загол. з екрану.

22. Виробництво піноскла. URL: <http://www.stroyinform.ru/equipment/detail.php?ID=1507> . Загол. з екрану.

23. Кетов А.А., Пузанов, І.С., Саулін, Д.В. Досвід виробництва піноскляних матеріалів зі склобою. *Будівельні матеріали*. 2007. №3. С. 70-72.

24. Регіональний план управління відходами у Дніпропетровській області до 2030 року. URL: https://dniprorada.gov.ua/upload/editor/regionalnij_plan_upravlinnya_vidhodami_u_dnipropetrovskij_oblasti_do_2030_roku-_stisla_versiya.pdf Загол. з екрану.

25. Kanonstroy - нові технології будівництва будинків, нові будівельні матеріали.: URL: <http://www.kanonstroy.ru/content/44> . Загол. з екрану.

26. В.І. Голінько. Основи охорони праці: Д.: НГУ, 2014. – 271 с.

27. Голінько В.І., Чеберячко С.І. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник - Д.: Державний ВНЗ «НГУ», 2011. – 270 с.

28. Моніторинг умов праці. Навчальний посібник / Голінько В.І., Чеберячко С.І., Шибка М.В., Яворська О.О. - Д.: Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», 2014. – 236 с.