

**Державна служба України з надзвичайних ситуацій  
Національний університет цивільного захисту України  
Кафедра прикладної механіки та технологій захисту  
навколишнього середовища**

**МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА  
другого (магістерського) рівня вищої освіти  
за освітньою програмою «Техногенно-екологічна безпека»  
спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»  
галузь знань 18 «Виробництво та технології»**

за темою: Вдосконалення системи очищення фільтрату полігону ТПВ  
(на прикладі ТОВ «Умвельт Бахмут»)  
(назва теми за наказом)

**РОЗРАХУНКОВО–ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

НУЦЗУ.з18.5.28.ПМтаТЗНС.РПЗ-01  
(шифр)

**Керівник**

Завідувач кафедри ПМ та ТЗНС

(посада, вчений ступінь, звання, спеціальне звання)

канд. техн. наук, доцент

Володимир КОЛОСКОВ

(Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Випускник**

Слухач групи ЗМТЗ-18

курсант (студент, слухач)

(звання)

Валерій ШУЛЬЖЕНКО

(Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Харків – 2020 р.

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота: 110 стор., 26 рис., 15 табл., 2 дод., 28 джерел.

**Об'єкт дослідження** – екологічно небезпечні процеси забруднення водних об'єктів фільтратом зі звалищ твердих побутових відходів (на прикладі полігону ТОВ «УМВЕЛЬТ Бахмут»).

**Предмет дослідження** – методи і способи підвищення екологічної безпеки водних об'єктів шляхом очищення фільтрату полігонів ТПВ (на прикладі ТОВ «УМВЕЛЬТ Бахмут»).

**Мета дипломної роботи** – підвищення рівня екологічної безпеки полігону ТПВ «УМВЕЛЬТ Бахмут» м. Бахмута.

**Практична цінність та результати роботи** – проведено оцінку впливу на довкілля Бахмутського полігону ТПВ. Розроблено рекомендації щодо зменшення негативного впливу Бахмутського полігону ТПВ на довкілля. Розроблено систему очищення та дренажну систему фільтрату для Бахмутського полігону ТПВ.

Вдосконалено модель напружено-деформованого стану елементів дренажної системи фільтрату полігону ТПВ в умовах пожежі, яка дозволяє визначити безпечні параметри його функціонування.

Здійснено еколого-економічний розрахунок впровадження розробленої системи очищення та дренажної системи фільтрату на Бахмутському полігоні ТПВ.

Впровадження результатів дипломної роботи дозволить забезпечити нормативно встановлений рівень показників екологічної безпеки виробничої діяльності Бахмутського полігону ТПВ.

ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ, НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ, ТВЕРДІ ПОБУТОВІ ВІДХОДИ, ФІЛЬТРАТ, СИСТЕМА ОЧИЩЕННЯ, ДРЕНАЖНА СИСТЕМА, МОДЕЛЬ, НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН.

## ABSTRACT

Qualification work: 110 pages, 26 figures, 15 tables, 2 appendixes, 28 sources.

**The object of research** – environmentally hazardous processes of contamination of water bodies with filtrate from landfills for solid waste (on the example of the landfill LLC "UMVELT Bakhmut").

**The subject of research** – methods and ways to improve the environmental safety of water bodies by cleaning the filtrate of landfills (for example, LLC "UMVELT Bakhmut").

**The purpose of the thesis** is to increase the level of environmental safety of the landfill "UMVELT Bakhmut" in Bakhmut.

**Practical value and results of the work** – an environmental impact assessment of the Bakhmut landfill. Recommendations for reducing the negative impact of the Bakhmut landfill on the environment have been developed. A purification system and a filtrate drainage system have been developed for the Bakhmut landfill.

The model of the stress-strain state of the elements of the drainage system of the landfill leachate in the conditions of fire has been improved, which allows to determine the safe parameters of its operation.

The ecological and economic calculation of the implementation of the developed purification system and drainage system of the filtrate at the Bakhmut landfill has been carried out.

The implementation of the results of the thesis will ensure the regulatory level of environmental safety of production activities of the Bakhmut landfill.

PROTECTION TECHNOLOGIES, ENVIRONMENT, SOLID WASTE, FILTRATE, CLEANING SYSTEM, DRAINAGE SYSTEM, MODEL, STRESS-STRAIN STATE.

## ЗМІСТ

|   |    |
|---|----|
| ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ.....   | 7  |
| ВСТУП .....   | 8  |
| РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ..   | 11 |
| 1.1. Фізико-географічна характеристика Донецької області .....  | 11 |
| 1.2. Загальна характеристика регіону розташування підприємства та оцінка екологічного стану розміщення Бахмутського полігону ТПВ .....                        | 29 |
| 1.3. Оцінка впливу основних джерел забруднення полігонів ТПВ на навколишнє природне середовище. ....  | 37 |
| Висновки до розділу 1 .....   | 44 |
| РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ НА ПОЛІГОНІ ТОВ «УМВЕЛЬТ БАХМУТ».....   | 46 |
| 2.1. Аналіз систем водовідведення і зберігання відходів. Дослідження характеристик фільтрату. ....  | 46 |
| 2.2. Оцінка дії шкідливого впливу фільтрату утвореного на полігоні твердих побутових відходів на навколишнє природне середовище на ТОВ «УМВЕЛЬТ Бахмут». .... | 50 |
| 2.3. Розробка рекомендацій щодо нейтралізації шкідливих впливів Бахмутського полігону ТПВ на навколишнє природне середовище.....                              | 54 |
| 2.4. Першочергові заходи щодо забезпечення екологічної безпеки ТОВ «УМВЕЛЬТ Бахмут». ....   | 62 |
| Висновки до розділу 2 .....   | 66 |
| РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ДРЕНАЖНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ЗБОРУ ТА ВІДВОДУ ФІЛЬТРАТУ. ....   | 67 |
| 3.1. Встановлення дренажної системи, для збору та відводу фільтрату .....   | 67 |
| 3.2. Моделювання напружено-деформованого стану металевих конструкцій дренажної системи. ....  | 72 |
| Висновки до розділу 3 .....   | 93 |

|   |     |
|---|-----|
| РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ І ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ<br>ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ. .... | 94  |
| 4.1. Розрахунок капіталовкладень. ....  | 95  |
| Висновки до розділу 4 .....   | 98  |
| ВИСНОВКИ.....   | 100 |
| СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....  | 102 |
| ДОДАТОК А. ЗВІТНІ МАТЕРІАЛИ З МІСЦЯ ПРОХОДЖЕННЯ<br>СТАЖУВАННЯ .....                               | 105 |
| ДОДАТОК Б. СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ<br>МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ .....                        | 109 |

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ**

ТПВ – тверді побутові відходи

ПВ – промислові відходи

ГДК- гранично допустимі викиди

БСК- біохімічне споживання кисню

ХСК – хімічне споживання кисню

НПС – навколишнє природне середовище

МВВ – місця видалення відходів

ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю

ЄС – Європейський Союз

ЄКС – Європейський комітет із стандартизації

БМР – Бахмутська міська рада

## ВСТУП

**Актуальність теми й характеристика підприємства.** Однією із найбільш екологічних проблем на сьогодні є забруднення навколишнього природного середовища твердими побутовими відходами. Проблема твердих побутових відходів виникла із появою людини. Зростаюча кількість полігонів, несанкціонованих звалищ, нескінченне і безладне використання природних ресурсів є відмінним приводом замислитися про майбутнє. У сучасних умовах господарювання особливої актуальності набуває проблема забруднення навколишнього середовища в результаті техногенного навантаження. Тому вкрай важливою екологічною, економічною і соціальною задачею є необхідність утилізації побутових і промислових відходів.

Причиною утворення значної кількості відходів є господарська діяльність людини. Відходи негативно впливають на довкілля: вони порушують складні зв'язки між компонентами біосфери, що формувалися протягом тривалого часу, порушують колообіг речовин та обмін енергією, руйнуючи тим самим природні екосистеми. Відходи утворюються у всіх сферах людської діяльності.

Зараз у всіх країнах світу розробляються та впроваджуються заходи зменшення відходів, використання їх як вторинної сировини. Однак проблема відходів з кожним роком набуває все більшого загострення. Через нестачу потужностей із перероблення твердих побутових відходів утилізація сміття в Україні перетворюється на глобальну екологічну проблему. Ледь не в кожному населеному пункті існують труднощі з відходами, і необхідність розв'язання цієї проблеми стоїть майже перед усіма органами місцевого самоврядування.

За оцінками фахівців, в Україні загальна площа сміттєзвалищ займає від 4 до 7 відсотків території нашої країни. Частина з них давно переповнена

або не відповідає нормам екологічної безпеки. Ситуація постійно погіршується — щороку смітєві полігони поповнюються приблизно на 15-17 мільйонів тонн. На перероблення потрапляє лише десята частина зібраного сміття. Крім того, ситуацію ускладнює величезна кількість нелегальних сміттєзвалищ, яких нараховується більш, ніж 32 тисячі по всій країні. Спорудження полігонів ТПВ породжує ряд проблем, однією з яких є утворення фільтратів. Фільтрати полігонів ТПВ за відсутності їх організованого очищення і відведення негативно впливають на навколишнє середовище, забруднюючи його токсичними органічними та неорганічними речовинами. Враховуючи інтенсивне зростання обсягів накопичення твердих побутових відходів, проблема поводження з фільтратом полігонів є надзвичайно актуальною сьогодні і потребує дієвих механізмів її вирішення.

**Мета і завдання дослідження.** Метою наукової роботи є підвищення рівня екологічної безпеки полігону ТПВ «УМВЕЛЬТ Бахмут» м. Бахмута. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні основні теоретико-експериментальні завдання:

1. Провести аналіз джерел впливу на навколишнє середовище Бахмутського полігону ТПВ та зробити висновок щодо доцільності розроблення заходів та засобів зменшення негативного впливу;

2. Розробити систему очищення фільтрату та дренажну систему для Бахмутського полігону ТПВ.

3. Розробити модель процесу функціонування елементів дренажної системи в разі виникнення пожежі на полігоні ТПВ.

4. Проаналізувати економічну доцільність впровадження системи очищення фільтрату на Бахмутському полігоні ТПВ.

**Об'єкт дослідження** — екологічно небезпечні процеси забруднення водних об'єктів фільтратом зі звалищ твердих побутових відходів (на прикладі полігону ТОВ «УМВЕЛЬТ Бахмут»).



**Предмет дослідження** – методи і способи підвищення екологічної безпеки водних об'єктів шляхом очищення фільтрату полігонів ТПВ (на прикладі ТОВ «УМВЕЛЬТ Бахмут»).

**Наукова новизна отриманих результатів.** Вдосконалено модель напружено-деформованого стану елементів дренажної системи фільтрату полігону ТПВ в умовах пожежі, яка дозволяє визначити безпечні параметри його функціонування.

**Практичне значення.** Проведено оцінку впливу на довкілля Бахмутського полігону ТПВ. Розроблено рекомендації щодо зменшення негативного впливу Бахмутського полігону ТПВ на довкілля. Розроблено систему очищення та дренажну систему фільтрату для Бахмутського полігону ТПВ.

**Апробація результатів дослідження.** Результати дослідження неодноразово доповідалися на міжнародних наукових конференціях, включаючи закордонні. За результатами досліджень 2 тез доповідей на наукових конференціях. Повний перелік публікацій за результатами магістерського дослідження представлено у Додатку Б.

**Положення, що винесені на захист.**

1. Вдосконалена система очищення та дренажна система фільтрату для Бахмутського полігону ТПВ.
2. Вдосконалена модель напружено-деформованого стану елементів дренажної системи фільтрату полігону ТПВ в умовах пожежі.

## РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ.

### 1.1. Фізико-географічна характеристика Донецької області

Донецька область розташована у південно-східній частині України. На південному заході та заході вона межує з Дніпропетровською та Запорізькою областями, на північному-заході – з Харківською, на північному сході – з Луганською, на сході – з Ростовською областю Російської Федерації, з півдня – омивається Азовським морем. Територія області простягнулась з півночі на південь на 240 км та зі сходу на захід – на 170 км. Область займає західну частину Донецького кряжу та східну половину Приазовської височини. По території краю проходить вододіл річок басейнів Чорного та Азовського морів.

Площа територія, складає – 26517,5 км<sup>2</sup>, кількість адміністративно-територіальних одиниць – 1298. Кількість міст – 52, з них обласного підпорядкування 28, селищ – 131, сільських населених пунктів – 1115. Населення складає 4165,9 тис. осіб, щільність населення на 1 км<sup>2</sup> – 0,157.[1]

Рельєф Донецької області горбисто-рівнинний, з характерною сильною ерозією ґрунтів. Північна та центральна частини області – це Донецький кряж, південна – Приазовська височина. У ландшафтній структурі території області переважають степові височини та схили, степові рівнинні комплекси терас, а також горбисті, піщані та лісові рівнини, річкові долини та мережа балок. Типові ландшафти області – сильно розчленовані балками рівнини та височини, які переходять у заплавні ландшафти річкових долин, а також лиманні рівнини на морському узбережжі.

За своїм характером земна поверхня Донецького кряжу є хвилястою рівниною. Максимальні відмітки висот по Донецькому кряжу в області сягають 200-260 метрів. Найвища точка – Саур могила, її височина 277,9 м.

Амплітуда висот в цих районах досягає 200 м. Це все, що залишилося від колись досить високого гірського масиву. На околицях Донецький кряж втрачає і без того скромну висоту, зливаючись з навколишніми річковими долинами. І лише до Сіверського Дінця він обривається крутим уступом, оголюючи древні крейдяні відкладення.

У гідрографічному відношенні територія Донецької області ділиться на 3 частини: північну (басейн ріки Сіверський Донець), південну (ріки басейну Приазов'я (Азовського моря) і західну (басейн ріки Дніпро).

Основну частину запасів поверхневих вод Донецької області складають річки. В області налічується 246 річок, загальна довжина яких складає 5410 км. З метою регулювання місцевого стоку на них побудовано 130 водосховищ ємністю 863 млн м<sup>3</sup> і більш як 2147 ставків ємністю 270 млн м<sup>3</sup>.

Водні ресурси області формуються за рахунок транзитного притоку поверхневих вод річки Сіверський Донець, місцевого річного стоку, що утворюється в межах області, стічних, шахтних і кар'єрних вод, а також експлуатаційних запасів підземних вод.

Територією області протікає: 1 велика річка – Сіверський Донець загальною довжиною 1053 км (у межах області – 96 км) – головна водна артерія краю; 8 середніх річок – Казенний Торець довжиною 134 км (у межах області – 134 км), Лугань – 198 км (44 км), Кальміус – 209 км (209 км), Міус – 258 км (65 км), Кринка – 180 км (170 км), Самара – 320 км (51 км), Вовча – 323 км (147 км) і Мокрі Яли – 132 км (132 км); 2269 малих річок, у тому числі струмків, загальною довжиною 10,59 тис. км, з них – 246 річок довжиною понад 10 км загальною довжиною 5,4 тис. км.

Середнє значення відносної вологості складає 74 %. Середньорічні температури по регіону міняються не дуже істотно. Середня температура повітря в січні – від – 40 °С до – 60 °С, у липні – від 230 °С до 240 °С. Холодна пора року визначалася дуже нестійкою погодою: у січні –

проходження активних циклонів та атмосферних фронтів, які зумовили випадіння опадів різної інтенсивності у вигляді снігу та дощу, посилення східного, північно-східного, південно-східного вітру до небезпечних позначок та туманів.

У лютому місяці переважала не по зимовому тепла погода з опадами та туманами. Середньомісячна температура повітря по Донецькій області у лютому була на 6-70 °С вище норми. Карта Донецької області зображена на рисунку 1.1.

Влітку погода переважно спекотна та бездощова. Переважають західні і північно-західні вітри, які доволі часто приводять до засух. Майже весь літній період спостерігаються спека та дефіцит опадів, що обумовлює надзвичайно високу пожежну небезпеку.

Серед несприятливих кліматичних явищ слід виділити зимову відлигу, ожеледицю, промерзання ґрунту, весняні заморозування, сухі східні вітри, град і часті тумани.

### **Атмосферне повітря.**

На території Донецької області створена потужна техносфера, що включає значні промислові підприємства гірничодобувної, металургійної, хімічної промисловості, енергетики, важкого машинобудування та будівельних матеріалів, родовища корисних копалин. Висока концентрація промислового, сільськогосподарського виробництва, транспортної інфраструктури поєднанні із значною щільністю населення створили величезне навантаження на біосферу – найбільшу в Україні і Європі.[1]

Сьогодні на території Донецької області, яка становить лише 4,4 відсотка від загальної площі України, зосереджена п'ята частина промислового потенціалу нашої держави, 78 відсотків якого припадає на екологічно небезпечні виробництва металургійної та видобувної галузей, виробництво електроенергії й виробництво коксу. Підприємства саме цих галузей найнегативніше впливають на довкілля.



Рисунок 1.1. Карта Донецької області

За даними Головного управління статистики у Донецькій області, викиди що забруднюють атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення за 2018 рік становлять 790,2 тис. т (31,5 % від загальних викидів по Україні) та на 0,7 % більше, ніж за 2017 рік.

Характеризуючи стан атмосферного повітря у цілому по Донецькій області, необхідно відзначити деяке його поліпшення і стабілізацію рівнів забруднення протягом 2012-2015 років, адже багато промислових підприємств знизили свою потужність, а деякі взагалі зупинили роботу. Протягом 2016 року спостерігається збільшення викидів речовин що забруднюють атмосферне повітря щодо попередніх років внаслідок збільшення потужності підприємств, моральним старіння та фізичним зношенням пилогазоочисного устаткування. Зниження кількості викидів у 2017 році обумовлене відсутністю інформації по території невідконтрольній українській владі. У 2018 році спостерігається незначне збільшення викидів стосовно до 2017 року, що пов'язане з нарощуванням потужності промислових підприємств та переходом з газу на альтернативні види палива (зокрема на вугілля різних марок), таблиця 1.1.

Таблиця 1.1. Динаміка обсягів викидів речовин що забруднюють атмосферне повітря за 2018 рік та два попередніх

| Показники  | 2016 рік | 2017 рік | 2018 рік |
|--|----------|----------|----------|
| Загальна кількість (одиниць) дозволів на викиди речовин що забруднюють атмосферне повітря, виданих у поточному році суб'єкту господарювання, об'єкт якого належить до: | 237      | 389      | 350      |
| до другої групи  | -        | 89       | 117      |
| до третьої групи   | -        | 300      | 233      |
| Викиди речовин що забруднюють атмосферне повітря від стаціонарних джерел, тис. т   | 981,4    | 784,8    | 790,2    |
| Викиди речовин що забруднюють атмосферне повітря від стаціонарних джерел у розрахунку на км <sup>2</sup> , т   | 37,0     | 29,6     | 29,8     |
| Викиди речовин що забруднюють атмосферне повітря від стаціонарних джерел у розрахунку на одну особу, кг  | 230,7    | 185,9    | 188,9    |

За видами економічної діяльності викиди речовин що забруднюють атмосферне повітря показано у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2. Викиди речовин що забруднюють атмосферне повітря за видами економічної діяльності

| № з/п   | Види економічної діяльності  | Обсяги викидів за регіоном |                                  |
|---------|--|----------------------------|----------------------------------|
|         |  | тис. т                     | відсотків до загального підсумку |
| Усього: |  | 790,159                    | 100                              |
| 1       | За видами економічної діяльності, у тому числі:                                    |                            |                                  |
| 1.1.    | Добувна промисловість і розроблення кар'єрів                                       | 149,545                    | 18,9                             |
| 1.2.    | Переробна промисловість, у тому числі:   | 332,924                    | 42,1                             |
| 1.2.1   | Виробництво коксу та коксових продуктів  | 12,470                     | 1,6                              |
| 1.2.2   | Металургійне виробництво   | 316,201                    | 40,02                            |
| 1.3.    | Постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря, у тому числі:    | 302,439                    | 38,3                             |
| 1.3.1   | Виробництво електроенергії   | 290,029                    | 36,71                            |
| 1.4.    | Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність, у тому числі: | 0,901                      | 0,1                              |
| 1.4.1   | Наземний і трубопровідний транспорт  | 0,418                      | 0,05                             |

### Водні ресурси.

Водні ресурси області формуються внаслідок транзитної притоки поверхневих вод по р. Сіверський Донець, місцевого річкового стоку, що формується в межах області, стічних, шахтних і кар'єрних вод, а також експлуатаційних запасів підземних вод.

Площі, зайняті водними об'єктами, складають 42,3 тис.га, в тому числі під річками та струмками – 5,6 тис.га, ставками та штучними водоймами – 32,9 тис.га, лиманами – 1,9 тис.га, іншими водоймами – 1,9 тис.га.

Територія області розподілена в межах річкових басейнів: Дону – 30,2 %, Дніпра – 28,5 %, Приазов'я – 41,3 %.

Водні ресурси області формуються внаслідок місцевого природного стоку (900 млн м<sup>3</sup>/рік), транзитної притоки по річці Сіверський Донець (1,8 млрд м<sup>3</sup>/рік), стічних шахтних і кар'єрних вод, а також запасів підземних вод[1]. Дані показано у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3. Використання води за видами економічної діяльності у 2018 році та двох попередніх.

| Види економічної діяльності                   | 2016                       |   | 2017                       |   | 2018                       |   |
|---|----------------------------|---|----------------------------|---|----------------------------|---|
|   | усього, млн м <sup>3</sup> | % економії свіжої води шляхом оборотної | усього, млн м <sup>3</sup> | % економії свіжої води шляхом оборотної | усього, млн м <sup>3</sup> | % економії свіжої води шляхом оборотної |
| Усього за регіоном                            | 926,4                      | 82,47                                   | 912,4                      | 75,8                                    | 1153                       | 74,83                                   |
| За видами економічної діяльності (по галузях) |                            |   |                            |   |                            |   |
| У тому числі:                                 |                            |   |                            |   |                            |   |
| промисловість                                 | 759,4                      | 83,59                                   | 740,5                      | 76,55                                   | 976,4                      | 76,36                                   |
| Житлово-комунальне господарство та побут      | 121,7                      | 4,020                                   | 128,9                      | 3,470                                   | 127,6                      | 0,137                                   |
| сільське господарство                         | 43,14                      | -                                       | 40,92                      | -                                       | 47,22                      | -                                       |
| інші  | 2,13                       | 76,06                                   | 2,08                       | 78,83                                   | 1,78                       | 84,13                                   |



### Поводження з відходами

Донеччина є лідером гірничодобувної, металургійної, енергетичної та інших галузей промисловості, діяльність яких призводить до значного накопичення промислових відходів. На території Донеччини знаходиться велика кількість шахт. Відпрацювання запасів вугільних родовищ Донбасу відбувалося зі сходу на захід, тому найбільш перспективні поклади кам'яного вугілля перебувають зараз на заході області (міста Покровськ, Добропілля, Вугледар). Наявність на території краю значних матеріально-сировинних ресурсів призвела свого часу до концентрації й інших галузей важкої промисловості. [1]. Скиди забруднюючих речовин із зворотними водами у поверхневі водні об'єкти показано у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4. Скидання забруднюючих речовин із зворотними водами у поверхневі водні об'єкти

| Скидання забруднюючих речовин за регіоном | Обсяг забруднюючих речовин, тис. тон |       |       |
|---|--------------------------------------|-------|-------|
|   | 2016                                 | 2017  | 2018  |
| Перелік скинутих речовин що забруднюють   |                                      |       |       |
| Азот амонійний                            | 0,179                                | 0,220 | 0,257 |
| БСК 5                                     | 0,965                                | 0,993 | 1,237 |
| Завислі речовини                          | 1,540                                | 1,552 | 2,028 |
| Нітрати                                   | 3,686                                | 3,753 | 5,747 |
| Нітрити                                   | 0,106                                | 0,081 | 0,094 |
| Сульфати                                  | 64,68                                | 62,72 | 95,82 |
| Сухий залишок                             | 171,9                                | 166,1 | 241,2 |
| Хлориди                                   | 26,48                                | 26,47 | 33,74 |
| ХСК                                       | 4,402                                | 4,465 | 5,363 |
| Алюміній                                  | 1,448                                | 2,129 | 1,991 |
| Бензол                                    | 0,045                                | -     |       |
| Ванадій                                   | 0,010                                | 0,010 | 0,035 |
| Жири, масла                               | 0,602                                | -     | -     |
| Залізо                                    | 26,47                                | 27,36 | 33,40 |
| Марганець                                 | 2,085                                | 1,765 | 2,087 |

Продовження таблиці 1.4.

|                |       |       |        |
|----------------|-------|-------|--------|
| Мідь           | 0,957 | 0,630 | 1,535  |
| Нафтопродукти  | 22,72 | 19,79 | 18,883 |
| Нікель         | 0,216 | 0,197 | 0,214  |
| Роданіди       | 0,118 | -     | -      |
| Свинець        | 0,002 | 0,002 | 0,056  |
| СПАР           | 17,3  | 16,62 | 19,09  |
| феноли         | 0,016 | 0,009 | 0,035  |
| Фосфати        | 301,3 | 316,0 | 491,0  |
| Хром загальний | 0,16  | 0,151 | 0,173  |
| Хром 6+        | 0,077 | 0,100 | 0,058  |
| Цинк           | 2,038 | 1,538 | 1,855  |
| Ціаніди        | 0,006 | -     | -      |

Відповідно до даних статистичних спостережень станом на 01.01.2018 Донеччина займає четверте місце в країні за обсягами утворення та накопичення промислових відходів. На початок року в області в місцях постійного зберігання знаходиться близько 872 млн тон відходів.

Утворення відходів в межах області має також адміністративний розподіл. Найбільша їх кількість утворюється в містах з розвинутою промисловою інфраструктурою.

Основні обсяги промислового сміття у Донеччині утворюються в таких галузях промисловості:

- металургійна;
- видобування та збагачення корисних копалин;
- машинобудівна та металообробна;
- енергетична;
- хімічна та коксохімічна.

Кількість відходів, що утворюється промисловими підприємствами області, відповідно до даних статистичних спостережень, має тенденцію до збільшення, що свідчить про зростання обсягів виробництва основної продукції.

Динаміка утворення відходів від промислових підприємств представлена на рисунку 1.2.

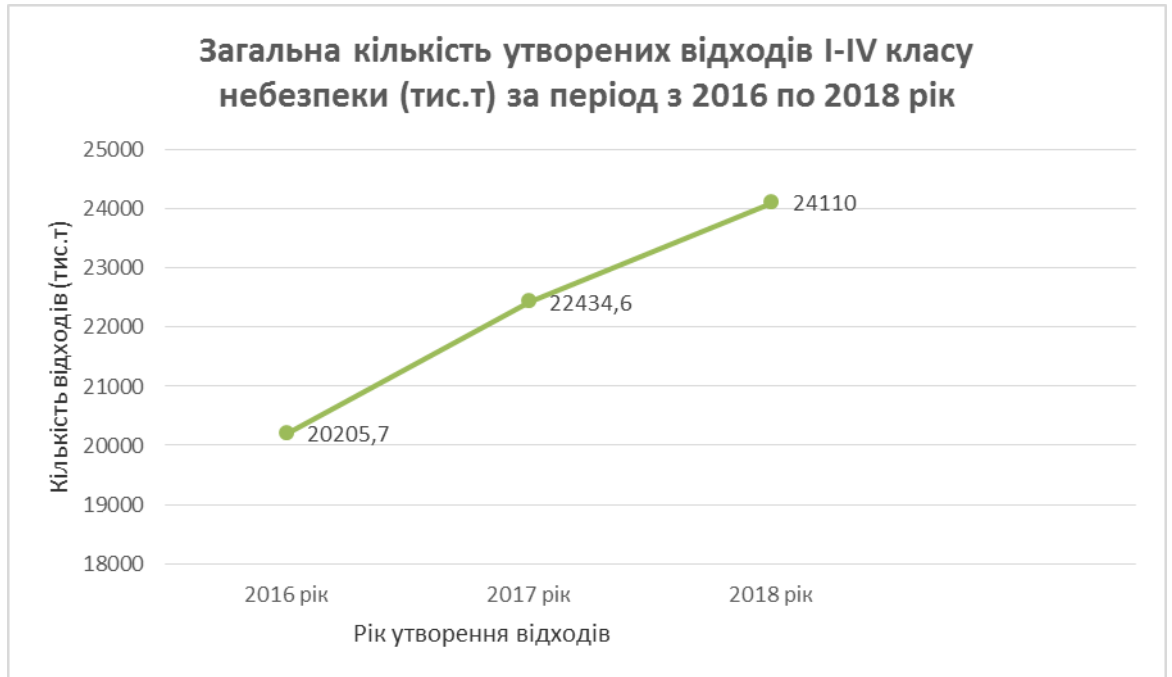


Рисунок 1.2. Динаміка утворення відходів від промислових підприємств

Як видно з рисунку 1.2. кількість сміття, що утворюється від промислових підприємств, має тенденцію до збільшення, що свідчить про зростання обсягів виробництва основної продукції. У відсотках до загальної кількості утворення відходів в Україні обсяг утворення відходів I-IV класів небезпеки у промисловому краю складає 6,8%. Обсяг утворення відходів I-III класів небезпеки – 152,6 тис. т, що у відсотках до загальної кількості в Україні складає – 21,6%.

Кількість відходів, що утилізується від основної маси утворених, представлена на рисунку 1.3. Рівень утилізації відходів за 2018 рік складає 27,7 % від утворених. Для збільшення зазначеного показника, що буде свідчити про використання більш досконалих технологій, необхідне створення регіональних потужностей з утилізації промислових відходів.

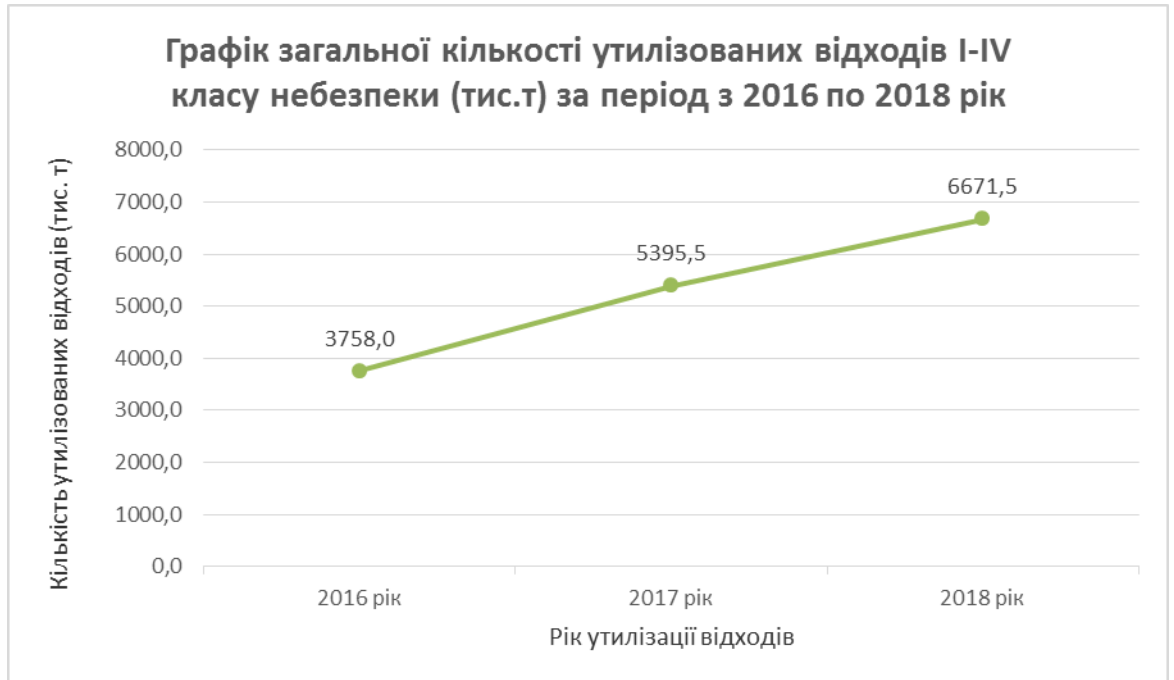


Рисунок 1.3. Кількість промислових відходів, що утилізується

Також, в області спостерігається високий рівень щільності населення 157 осіб на 1 кв. км, що призводить до утворення значної кількості ТПВ. наведено у табл. 1.5. Основним способом поводження з побутовими відходами залишається захоронення на полігонах/звалищах. Загальна кількість спеціально відведених для захоронення побутових відходів місць складає 25 одиниць.[1].

Таблиця 1.5. Утворення побутових та кількість накопичених побутових відходів за останні 3 роки обсяг захоронення на полігоні (звалищі) всього згідно форми № 1-ТПВ «Звіт про поводження з ТПВ за 2018 р».

| Роки                                   | 2016      | 2017     | 2018      |
|--|-----------|----------|-----------|
| Утворення побутових відходів, тис. т   | 527,097   | 602,127  | 515,818   |
| Накопичення побутових відходів, тис. т | 27625,645 | 26073,29 | 28153,317 |

На Донеччині реалізуються заходи Програми поводження з відходами на 2016-2020 роки (далі – Програма), затвердженої розпорядженням голови облдержадміністрації, керівника обласної військово-цивільної адміністрації від 22 вересня 2016 року № 836 (зі змінами). Програмою передбачено створення мережі з 4 регіональних центрів утилізації відходів та 5 регіональних комплексів утилізації відходів до складу яких увійдуть регіональні полігони ТПВ, сміттесортувальні та сміттєперевантажувальні станції, підприємства з переробки відходів, а також рекультивация звалищ, які вичерпали свій ресурс. Перспективна схема розміщення регіональних центрів та регіональних комплексів разом з сміттєперевантажувальними станціями зазначена на (рисунку 1.4.).

На сьогодні, в рамках Програми за кошти обласного фонду охорони навколишнього природного середовища завершено роботи по будівництву регіонального полігону в м. Краматорськ. Тривають роботи з будівництва регіональних полігонів ТПВ у містах Курахове та Волноваха.

Програмою передбачено створення сміттєпереробних підприємств в області, а саме заохочення інвестицій у галузі житлово-комунального господарства, ІТ, енергозбереження, переробки вторинних ресурсів, відходів виробництва та побутового сміття. Тривають роботи з будівництва сміттесортувальної станції у Олександрівському районі. Завершена розробка 3 сміттєперевантажувальних станцій. Тривають проектні роботи з розробки: 1 сміттєперевантажувальної та 1 сміттесортувальної станцій будівництва заводу для знешкодження відходів, а саме відходів біологічного походження; реконструкції об'єкту, а саме: відділу сортування ТПВ комунального підприємства «Донецький регіональний центр поводження з відходами» у місті Краматорськ для розміщення обладнання з переробки (утилізації) медичних відходів.[1]. Утворення та поводження із сміттям за класами небезпеки наведено у таблиці 1.5.

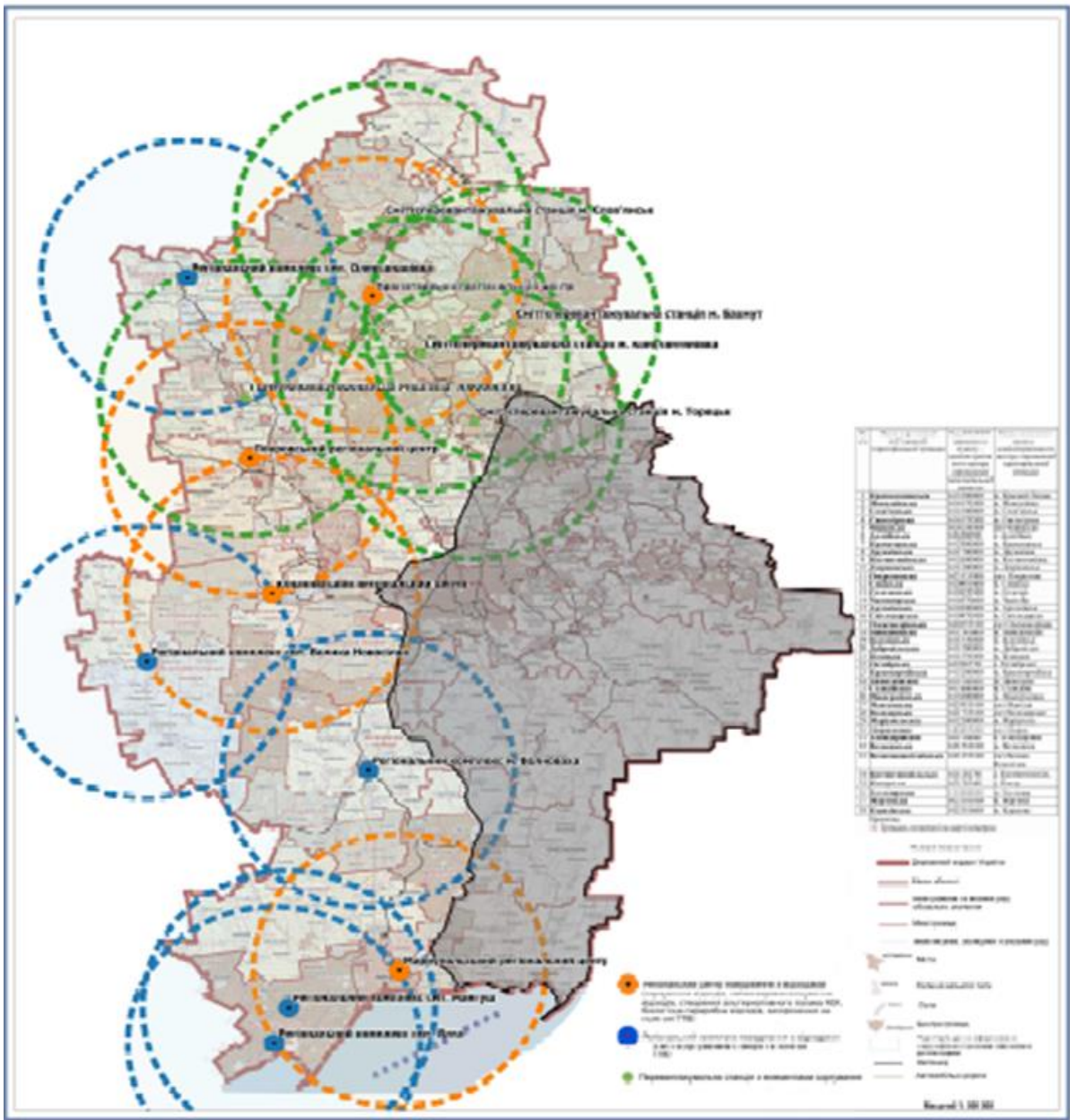


Рисунок 1.4. Перспективна схема розміщення регіональних центрів та регіональних комплексів разом з сміттєперевантажувальними станціями.

Таблиця 1.5. Динаміка основних показників поводження з відходами I-IV класів небезпеки, тис.т (за формою державного статистичного спостереження «Утворення та поводження з відходами» № 1-відходи за 2018 рік

| № з/п | Показники   | 2015     | 2016     | 2017     | 2018     |
|-------|---|----------|----------|----------|----------|
| 1     | Утворено  | 16877,5  | 20205,7  | 22434,6  | 24110,0  |
| 2     | Одержано від інших підприємств  | н/д      | 7621,4   | 3513,0   | 3059,3   |
| 3     | Спалено   | 21,9     | 27,2     | 4,0      | 3,9      |
| 3.1   | у тому числі з метою отримання енергії  | 17,1     | 22,9     | 0,3      | 0,3      |
| 4     | Використано (утилізовано)   | 2715,2   | 3758,0   | 5395,5   | 6671,5   |
| 5     | Направлено в сховища організованого складування (поховання)   | 9238,3   | 8775,3   | 15590,7  | 15038,4  |
| 6     | Передано іншим підприємствам  | н/д      | 3236,1   | 1586,3   | 9754,2   |
| 7     | Втрати відходів внаслідок витікання, випаровування, пожеж, крадіжок                                 | н/д      | 4,9      | 5,8      | 6,0      |
| 8     | Наявність на кінець звітного року у сховищах організованого складування та на території підприємств | 904120,4 | 864761,1 | 864109,2 | 901480,2 |

У кожній галузі промисловості використовуються індивідуальні технологічні процеси. Основними підприємствами, які накопичують ПВ є:

- ПрАТ «Маріупольський металургійний комбінат імені Ілліча»;
- ПрАТ «МК «Азовсталь». Серед накопичуваних відходів які

утворюється: Розчини води промивної, відходи, що містять хром рідини, які містять нафтошлами (кубовий залишок ґрунти, забруднені нафтовідходами Розчини для шинкування. Їх залишки (залізний купорос) шлаки домені гранульовані, щебінь, ковшові залишки, шлаки сталеплавильні та інші.

Теплові електростанції такі як: Вуглегірська ТЕС, ВП Курахівська ТЕС, Слов'янська ТЕС та ВП Зуївська ТЕС., відходи які утворюються у своїй діяльності тверді відходи, шлак.

Вугледобувні підприємства: ВП «Шахта «Північна» Державне підприємство «Торецьквугілля»;

ОП «Шахта Ім. ЗАСЯДЬКА» та інші.

Найбільш небезпечними підприємствами, які у своїй здійснюють діяльність у сфері поводження з небезпечними відходами на території регіону наведені у (таблиці 1.6.)

Таблиця 1.6. Підприємства, які здійснюють діяльність з небезпечними відходами.

| № з/п | Назва  | Місцезнаходження,                                     | Перелік робіт, код*                | Спеціалізація (операції та види небезпечних відходів)  |
|-------|--|---|------------------------------------|--|
| 1     | ТОВ "ДОНЕЦЬКА ДІЛЬНИЦЯ МЕХАНІЗАЦІЇ"                                  | 83058, Донецька обл, м. Донецьк, вул. Бехтерева, 16   | Збирання 38.01<br>Зберігання 38.03 | 1. Відходи розчинів кислот чи основ.<br>2. Відпрацьовані нафтопродукти, непридатні до використання за призначенням (у т.ч. відпрацьовані моторні, індустриальні масла та їх суміші).<br>3. Відходи сумішей масло/вода, вуглеводні/вода, емульсії.<br>4. Відпрацьовані батареї свинцевих акумуляторів, цілі чи розламані.<br>5. Несортовані відпрацьовані акумуляторні батареї. |
| 2     | ПУБЛІЧНЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "ЗАВОД ПО ОБРОБЦІ КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ" | 84500, Донецька обл, м. Бахмут, вул. Героїв праці, 42 | Зберігання 38.03                   | 1. Шлаки, що містять переважно мідь;<br>2. Шлаки, що містять переважно цинк.   |



## Продовження таблиці 1.6.

|    |  |   |  |  |
|----|--|---|--|--|
| 3  | ТОВ "МЕГАТЕКС"   | -Донецька обл.,<br>м.<br>Костянтинівка,<br>вул.<br>Промислова, 4;       | Збирання<br>38.01<br>Перевезення<br>38.02<br>Зберігання<br>38.03<br>Оброблення<br>38.04<br>Утилізація<br>38.05 | 1. Відпрацьовані батареї свинцевих акумуляторів, цілі чи розламані;<br>2. Відходи, що містять свинець або сполуки свинцю;<br>3. Відходи розчинів кислот (електроліт із батарей акумуляторів відпрацьований).   |
| 4  | ТОВ<br>"ЕКОГРІНПРОМ<br>"   | 84700,<br>Донецька обл,<br>м. Дебальцеве,<br>вул.<br>Мельникова,<br>76а | Збирання<br>38.01<br>Зберігання<br>38.03   | 1. Відпрацьовані нафтопродукти, не придатні для використання за призначенням (у тому числі відпрацьовані моторні, індустриальні масла та їх суміші);<br>2. Відходи сумішей масло/вода, вуглеводні/вода, емульсії;<br>3. Відходи, що містять як складові або забруднювачі ртуть, сполуки ртуті (у т.ч. відпрацьовані люмінесцентні лампи та прилади, що містять ртуть); |
| 5. | Приватне акціонерне товариство<br>«АРТЕМІВСЬКИЙ<br>МАШИНОБУДІВНИ<br>Й ЗАВОД «Вістек» | 84500,<br>Донецька<br>обл.,м. Бахмут,<br>вул. Миру, 6                   | Перевезення<br>38.02<br>Зберігання<br>38.03  | 1. Розчини після травлення металів;<br>2. Гальванічний шлам.   |
| 6. | ТОВ «ПКФ<br>«ФЕРРОЛЬ»  | Донецька обл.,<br>м. Макіївка,<br>вул., Берегова,<br>30                 | Збирання<br>38.01<br>Зберігання<br>38.03<br>Оброблення<br>38.04<br>Знешкоджен<br>ня 38.07                      | 1. Відходи у вигляді смолистих залишків (крім асфальтових в'язучих), що утворюються під час рафінування, перегонки чи будь-якої піролітичної обробки органічних матеріалів;<br>2. Відходи сумішей масло/вода, вуглеводні/вода, емульсії.   |

Продовження таблиці 1.6.

|    |   |   |  |  |
|----|---|---|--|--|
| 7. | ТОВ<br>"МИКИТРТУТЬ"   | 84630,<br>Донецька обл.,<br>м. Горлівка,<br>вул. Шашуріна,<br>буд. 2Ж | Зберігання<br>38.03<br>Оброблення<br>38.04<br>Утилізація<br>38.05                      | 1. Відходи, що містять як складові або забруднювачі ртуть, сполуки ртуті (у т.ч. відпрацьовані люмінесцентні лампи, шлами хімічних заводів, виломки стін та підлог, відпрацьована ртуть, ртутно-окисні елементи, сполуки ртуті, прилади, які містять металічну ртуть);<br>2. Відходи і брухт електричних та електронних вузлів, що містять компоненти, такі, як акумуляторні батареї або інші батареї, |
| 8  | ТОВ "ЕКОСВІТЛО"   | 84630,<br>Донецька обл.,<br>м. Горлівка,<br>вул. Шашуріна,<br>буд. 2Ж | Зберігання<br>38.03<br>Оброблення<br>38.04   | 1. Відходи, що містять як складові або забруднювачі ртуть, сполуки ртуті (у т.ч. відпрацьовані люмінесцентні лампи та прилади, що містять ртуть);<br>2. Відходи і брухт електричних та електронних вузлів, що містять компоненти, такі, як акумуляторні батареї або інші батареї, включені до  |
| 9  | ТОВ «МЕТІНВЕСТ<br>МАРІУПОЛЬСЬКИЙ<br>РЕМОНТНО-<br>МЕХАНІЧНИЙ<br>ЗАВОД» | 87535,<br>Донецька обл.,<br>м. Маріуполь,<br>Донецьке<br>шосе,3       | Збирання<br>38.01<br>Зберігання<br>38.03<br>Оброблення<br>38.04<br>Утилізація<br>38.05 | 1. Відпрацьовані нафтопродукти, не придатні для використання за призначенням (у тому числі відпрацьовані моторні, індустріальні масла та їх суміші);<br>2. Відходи сумішей масло/вода, вуглеводні/вода, емульсії.  |

Продовження таблиці 1.6.

|    |                                |  |  |   |
|----|--------------------------------|--|--|---|
| 10 | ТОВ<br>«ІНТЕРТРЕЙДКРЕЙ<br>ШЕН» | 84500,<br>Донецька обл.,<br>м. Бахмут, вул.<br>П. Лумумби,<br>буд. 89. | Збирання<br>38.01<br>Зберігання<br>38.03 | 1. Відпрацьовані батареї свинцевих акумуляторів, цілі чи розламані.<br>2. Гальванічний шлам.<br>3. Зола від спалювання ізолюваного мідного дроту.<br>4. Зола та залишки від газоочисних систем мідеплавильних установок.<br>5. Відпрацьовані каталізатори, за винятком зазначених у Зеленому переліку відходів. |
|----|--------------------------------|--|--|---|

Донецький край залишається одним із найбільших промислових центрів, який має низку екологічних проблем, що потребують невідкладних заходів, щодо їх усунення:

1. Впровадження процесів видобутку вугілля без видачі відпрацьованої породи на поверхню, максимальне використання метану, що виділяється з вугільних пластів; забезпечення збагачення всього об'єму вугілля, що добувається для потреб енергетики; відновлення системи профілактики самозаймання і гасіння породних відвалів шахт і вуглезбагачувальних фабрик.

2. Недосконале поводження з ТПВ, яких, щорічно утворюється близько 516,0 тис. т. На території області не розвинуто перероблення, сортування ТПВ, у переважній більшості населених пунктів відсутнє роздільне збирання ТПВ. Більша частина звалищ та полігонів ТПВ не забезпечена інженерними системами захисту навколишнього природного середовища та майже вичерпала свій потенціал.

3. Наявність в області великих обсягів накопичених ПВ (близько 901,5 млн т). Відсутність умов, технологій, потужностей для їх знешкодження чи утилізації, а також незадовільний стан місць для їх розміщення.

4. Залишком приблизно 25,660 т (на підконтрольній українській владі території – 4,908 т й 20,752 т – на території, де органи державної влади тимчасово не здійснюють свої повноваження) непридатних або заборонених до використання хімічних засобів захисту рослин. Більшість накопичених препаратів були свого часу заборонені до використання у зв'язку з їх високою токсичністю та негативним впливом на здоров'я населення і НПС, які у свою чергу потребують знешкодження.

## **1.2. Загальна характеристика регіону розташування підприємства та оцінка екологічного стану розміщення Бахмутського полігону ТПВ**

Бахмут належить до міста обласного значення, станом на 01.01.2020 населення становить 73979 людей. Місто розташоване в північно-східній частині області, межує на заході з м. Часів Яр, півночі м. Соледар, на плато Донецького кряжу, яке розділяє річка Бахмутка з правою притокою Кам'януватого Яру. Плато має загальний нахил на північ до долини р. Сіверський Донець. У районі Бахмута висота вододілу на північно-західній околиці становить 200 м, оцінки висоти в центрі міста близько 84 м. Бахмут розміщений за 3 км від автостради Е40 М03 (Київ Харків Довжанський) та за 89 кілометрів на північний схід від Донецька. За сім кілометрів від міста проходить канал Сіверський Донець — Донбас, який має велике значення для водопостачання міста. Канал побудований у 1953—1958 рр. У межах Донецької височини виділяється Бахмут-Торецька височина, тепер назва знову відповідає назві міста. [2].

У місті переважають родючі ґрунти — типові та звичайні чорноземи. Клімат помірно-континентальний. Влітку спекотно, посушливе. Зима мінлива, іноді зі значними морозами. Найхолодніші — січень й лютий (середня температура мінус 6-8°C). Максимальна глибина промерзання ґрунту 80 см, мінімальна 27 см. Найтепліший — липень (+ 20-25°C). Абсолютна

максимальна температура спостерігається в липні (+ 40°C). Середньорічна кількість атмосферних опадів становить 500 мм. З них більша частина випадає в теплий період. У порівнянні з навколишньою місцевістю число днів з туманами, сніговим покривом більше; безморозний період менше.

На території та поблизу Бахмута знаходиться значна кількість підприємств різних галузей виробництва, найбільші з них: ПрАТ «Завод з обробки кольорових металів», ПрАТ «Машинобудівний завод Вістек», ТДВ «Сініат», ПрАТ «Артвайнері», ПрАТ «ФІТОФАРМ», ПАТ «Часівоярський вогнетривкий комбінат», ТОВ «Кнауф Гіпс Донбас» та ДП «Артемсіль», які у своїй діяльності залишають різноматні відходів.

ТОВ «УМВЕЛЬТ Україна», це мережа організацій, діяльність яких спрямована на вивіз твердих побутових відходів, організацію роздільного збору, вивіз будівельних й великогабаритних, сезонних відходів, а також збором і закупкою пластикової тари і макулатури. УМВЕЛЬТ – група компаній з німецьким корінням, яка щоденно надає послуги у галузі поводження з відходами більш ніж мільйону українців у 4 містах України, таких як Київ, Черкаси, Мелітополь, а також Бахмут. Об'єктом дослідження – є полігон твердих побутових відходів що належить ТОВ «УМВЕЛЬТ Бахмут».

Полігон твердих побутових відходів розташований в Донецькій області, м. Бахмут, що знаходиться в південно-східній частині м. Бахмута, в 2,5 км на північ від селища Іванград, а також 1,5 км на схід від траси Горлівка-Бахмут, 0,7 км від річки Бахмутка та 600 метрів від забудови м. Бахмута на території Бахмутської міської ради, обслуговується підприємством ТОВ «УМВЕЛЬТ Бахмут», яке знаходиться за адресою, м. Бахмут, вул. Незалежності, 218.

Географічні координати 48°34'34.4"N 38°01'52.5"E. Абсолютні відмітки поверхневості, де розташований полігон, становлять 103,74-142,27 м з загальним зниженням у західному напрямку. Загальна площа полігону 10,29

га, експлуатується з 1981 року, проектувальна організація Донецька філія «УкркомунНДІпроект». Проектна потужність становить 690600 тон, загальний об'єм накопичених – 601932,9 тон, резервний об'єм для розміщення – 88667,1 тон. Щороку обсяг надходження відходів складає близько 24000 тон ТПВ. (рис 1.5.).

Паспортизація полігону ТПВ проведена у 2005 (паспорт №113, від 08.06.2005 року). Земельну ділянку, де розташовано полігон, надано в оренду на 49 років організації ТОВ «УМВЕЛЬТ Бахмут». Полігон обладнаний шлагбаумом і дизбар'єром. На території полігону пожежних водойм немає, але знаходиться ставок накопичувач на відстані 0,4 км.



Рисунок 1.5. Вид на полігон ТПВ з яру.

**Санітарно-захисна зона** становить 500 м, згідно вимог СанПін №173-96 [2]. На території полігону твердих побутових відходів розташована біотермічна яма, яка побудована зі вологонепроникних та термічних матеріалів. Дана споруда являє собою круглий колодезь діаметром 2 м і глибиною 12 м. Стінки колодезя виконані із зборних залізобетонних кілець

діаметром 700 мм, дно монолітне залізобетонне, товщиною 400 мм. Яма закривається на замок та має отвори для провітрювання.

**Клімат у регіоні** – помірно-континентальний, дуже теплий, в південно-східній частині недостатньо вологий, на іншій – помірно засушливий. Середньо річні температури повітря знаходяться у діапазоні від 7,2 до 8 градусів °С. Абсолютний річний максимум температури складає 40°С, мінімум – 36°С. Середня продовжуваність без морозного періоду складає 160 днів. Річна кількість опадів 420÷500 мм, випар із земляної поверхні – 400÷460 мм на рік, випар із водяної поверхні – 700 мм на рік. Зона зволоження – III (глини, суглинки),  $K_{\text{звол}}=1,0\div 1,2$ .

**У геологічній будові надр** беруть участь четвертинні, палеогенові та пермські відкладення. Геоморфологічна прив'язка: дана площадка знаходиться на правому схилі долини р. Бахмутка, ускладненому наявністю балок і ярів. Через усю територію полігону проходить яр частково засипаний сміттям. Яр у східній частині перекритий двома земельними дамбами. В результаті зарегулювання поверхності стоку та наявністю виходу на поверховість підземних вод, між дамбами утворилася водойма. Також за результатами опитування місцевого населення, раніше існувало озеро, в яке звозилися рідкі відходи з промислових підприємств. В даний час озеро засипане, а поверхність спланована. Склад та будова зони аерації насипний шар 0,0-7,5 м; ґрунтово-рослинний шар 0,0-0,2 м, суглинок важкий напівтвердий важкий пілуватий 0,0-11,5, коефіцієнт фільтрації – 0,234 м/доб; глина легка тверда піщаниста 0,0-4,2 м, коефіцієнт фільтрації – 0,0302 м/доб, пісок дрібний, малого ступеня насиченості, пухкий 0,0-9,5 м, коефіцієнт фільтрації – 3,233 м/доб пісок подрібнений насичений водою, середньої щільності 0,0-7,2 м, коефіцієнт фільтрації – 4,1 м/доб ангідрит тріщинуватий закарстований 0,0-3,5 м. Потужність зони аерації складає 16,5 м[3]. Вид полігону зверху на карті Google представлений на рисунку 1.6.

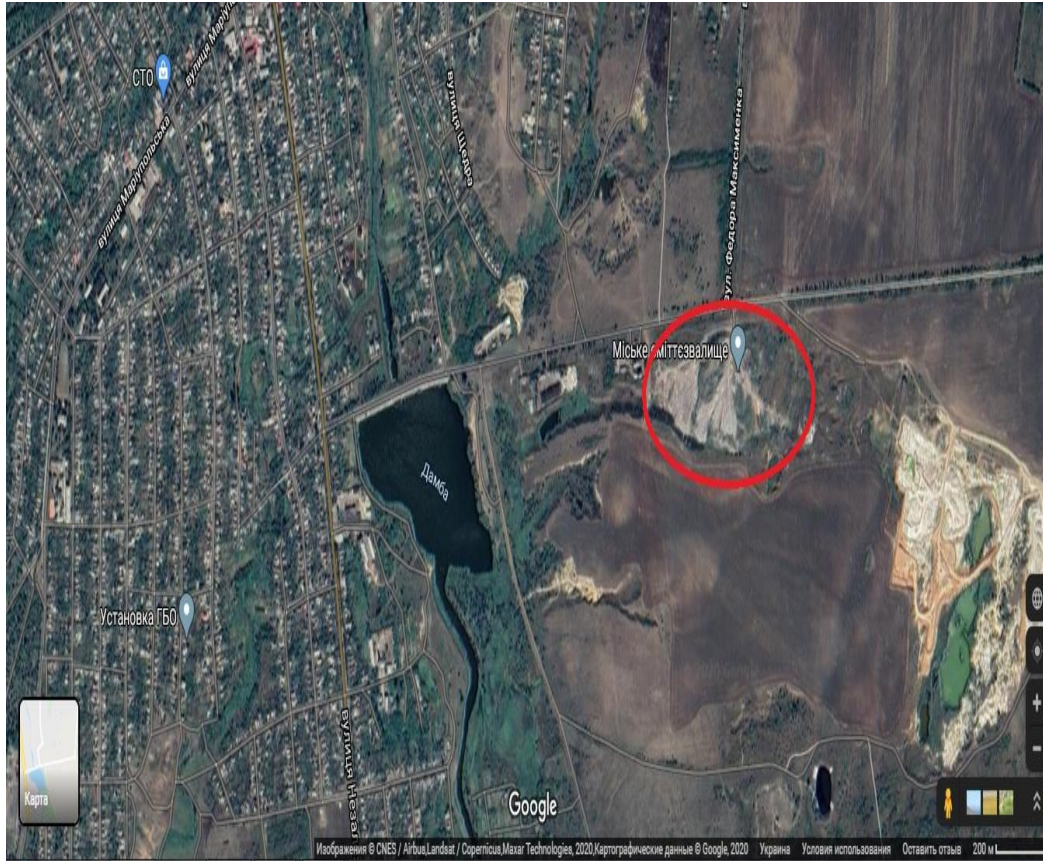


Рисунок 1.6. Скріншот, вид звалища на карті Google

**Гідрогеологічні умови:** Основним водотоком, що є правим притоком р. Сіверський Донець – р. Бахмута. Загальна довжина водотока становить 86 км, а площа водозбору 1680 км<sup>2</sup>. Середній уклон річки становить 2,1‰. Враховуючи загальний уклон поверхності в західному напрямленні, атмосферні опади скуплюються у водоймі, який утворений у яру і зарегульований земляною дамбою, що знижує вірогідність прямого потрапляння забруднюючих речовин до р. Бахмутка. В 2,5 км на південно-західному напрямку на лівому березі розташований водозабір, який існує з 1874 року, складається з 5 колодязів, що з'єднані між собою. Глибина колодязів становить 13,2 м, 10,4 м, 7,8 м, 12,8 м, 12,8 м. В цілому водозабір становить 120 м<sup>3</sup>/доб. Мінералізація води 3,1 г/дм<sup>3</sup>. Водоносний горизонт становить з абсолютними відмітками 124,5-131,1, що мають локальний розподіл, відносним водоупором являються глини палеогена. Підземні



(напірні) води представлені водоносним горизонтом (верховодка) та водами палеогенових відкладень вскритих скваженою на глибині 15,5 м, відмітка 109, 5 м. Розламів, гірничих виробок в районі розташування полігону немає, на глибині 16,5 м виявлено карстову породу-ангідрит тріщинуватий. Захисні екрани від впливу звалища відсутні. У зв'язку з особливостями геологічної будови та складу ділянку ґрунтів (піски), геоморфології району, областю розвантаження поверхневих вод проводиться через тіло звалища в нижньозалягаючі шари, а далі до р. Бахмутка, що призводить до забруднення як підземних вод так і поверхневих вод. Розрахункова щільність відходів становить  $0,235 \text{ т/м}^3$ . Приблизний склад заборонених відходів: побутові – 85 %, будівельні – 10 %, промислові – 5 %.[3].

За типом зволоження території, що визначається як відношення суми річних опадів до вологи, що випаровується з поверхні суші ( $K_{зв}$ ), і показаних на рисунку 1.7, звалище ТПВ «УМВЕЛЬТ Бахмут» відноситься до III зони, яка зображена на карті зволоження.

Залежно від типу зволоження території, на якій розміщуються полігони ТПВ, розраховується об'єм утворення фільтрату, визначаються методи боротьби з його накопиченням, розмір секцій накопичувачів фільтрату, тривалість їх наповнення й особливості складу робіт, таких як: комплекс інженерних, екологічних і санітарно-гігієнічних вишукувань, оцінку впливу на навколишнє середовище, включаючи середовище життєдіяльності людини, розробку конструктивних і технологічних проектних рішень, обґрунтування заходів щодо зменшення або ліквідації негативного впливу на навколишнє середовище та розвитку небезпечних геологічних процесів і явищ, а також забезпечення експлуатаційної надійності звалищ ТПВ.

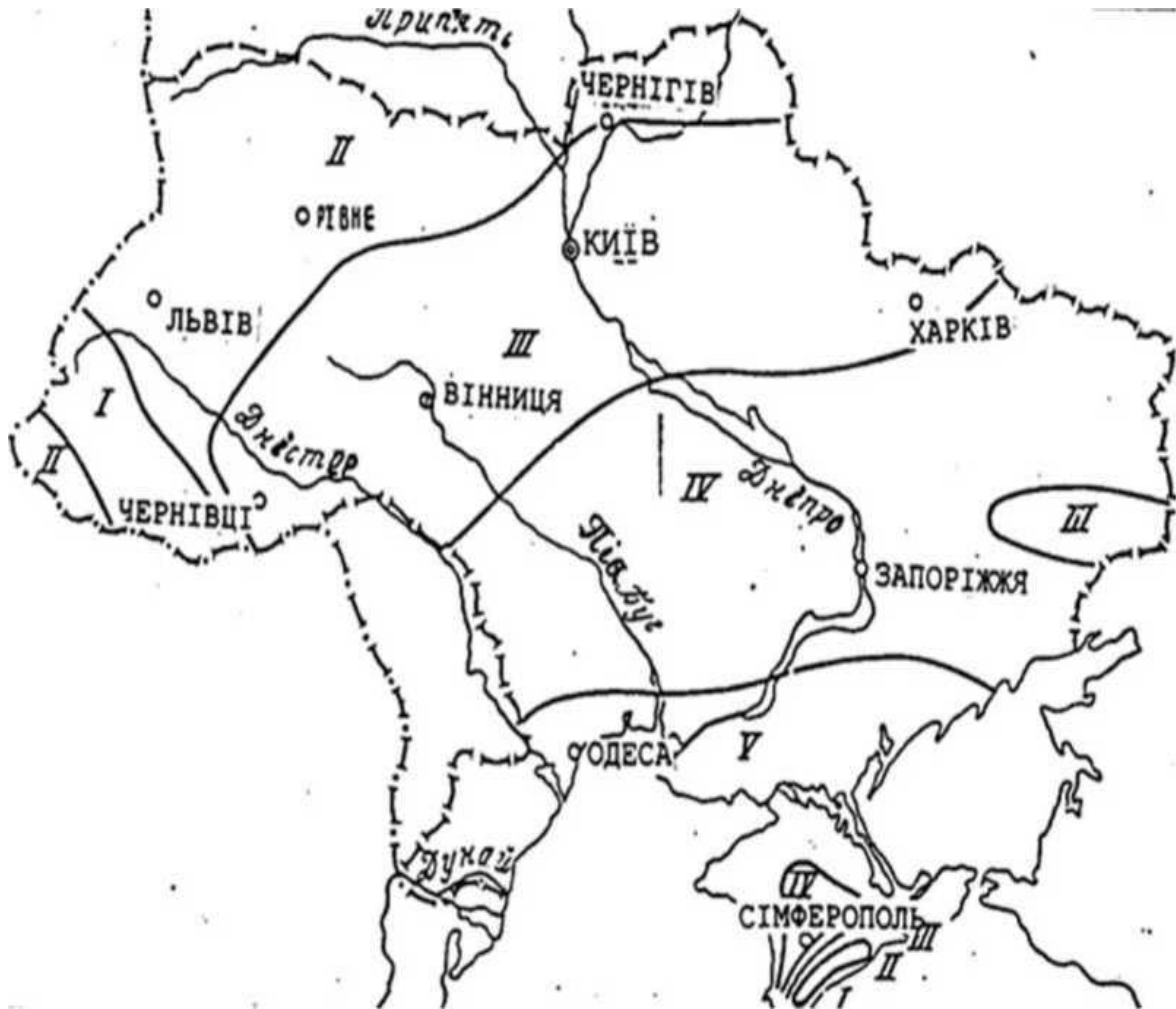


Рисунок 1.7. Зони зволоження України

- I - надлишкового зволоження  $K_{зв} > 1,2$ ; II - достатнього зволоження,  $K_{зв} 1,0...1,2$ ; III - нестійкого зволоження  $K_{зв} 0,75...1,2$ ;  
 IV – недостатнього зволоження,  $K_{зв} 0,5...0,75$ ; V – посушливої  $K_{зв} < 0,5$ .

Щодо показників кількості утворених, направлених на поховання, та накопичених у ТОВ «УМВЕЛЬТ Бахмут» відходів можливо помітити, що з часом кількість наявних відходів зростає (таблиця 1.7). Крім того, через великий термін накопичення відходів, речовини, що залягають на значній глибині у товщі відходів, стають все більш складними та комплексними.

Таблиця 1.7. Динаміка поводження з відходами

| Роки | Накопичено та направлено на поховання, т | Накопичено у ТПВ «УМВЕЛЬТ Бахмут», т |
|------|--|--------------------------------------|
| 1    | 2  | 3                                    |
| 2016 | 23076                                    | 595574                               |
| 2017 | 23326                                    | 618649                               |
| 2018 | 23675                                    | 642324                               |
| 2019 | 24750                                    | 667074                               |

Технологія складування полягає у розвантажуванні сміттєперевізного транспорту – зсипом з контейнеровозу чи самоскиду, розрівнюванням відходів з ущільненням комбінованим методом – насипом та зсувом, пошаровим укладанням відходів з пересипанням проміжними ізоляційними шарами ґрунту (або іншими матеріалами) – пошаровим укладанням з проміжним ізоляційним шаром, товщиною 40-50 см, висотою шару ТПВ – до 2 м. Добова карта – до 1000 м<sup>3</sup>, 2200 м<sup>3</sup> або 470 т (при щільності 0,235 т/м<sup>3</sup>), коефіцієнт ущільнення – 2,5 (в залежності від морфологічного складу ТПВ). Ізоляційний шар складається з відпрацьованих матеріалів полігону, будівельного сміття, яке завозиться. Складування тюкуванням (брикетуванням) відходів не застосовується. Розрахункова щільність становить 0,235 т/м<sup>3</sup>.

### **1.3. Оцінка впливу основних джерел забруднення полігонів ТПВ на навколишнє природне середовище.**

Полігони ТПВ представляють собою спеціалізовані споруди, що проектуються відповідно до ДБН В.2.4-2-2005, на яких проводиться контрольоване складування твердих побутових відходів, які в свою чергу здійснюють негативний вплив відходів на атмосферне повітря, ґрунт, водний басейн до нормативного рівня. Згідно вимог Закону України «Про Відходи», від 05.03.1998 № 187/98-ВР, із внесеними до нього змінами [4], відходи – будь-які речовини, матеріали та предмети, що утворилися у процесі виробництва чи споживання, а також товари (продукція), що повністю або частково втратили свої споживчі властивості й не мають подальшого використання за місцем їх утворення чи виявлення та від яких їх власник позбувається, має намір або повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення. Проектування, будівництво та експлуатація полігонів побутових відходів без оснащення системами захисту ґрунтових вод, вилучення та знешкодження біогазу та фільтрату забороняється. Відповідно до вищевикладеного деякі полігони здійснюють свою діяльність із дотриманням вимог і норм законодавства у сфері екології та захисту навколишнього середовища, однак, більш ніж 80% місць складування, що експлуатуються сьогодні в Україні, не відповідають законодавчим вимогам ісанітарним нормам, тобто фактично є звалищами. Не є виключенням й МВВ, який в свою чергу також негативно впливає на навколишнє середовище.

МВВ, зведені без комплексу заходів, що не знижують їх негативний вплив на НПС, є значним джерелом його забруднення. Відходи, що там розміщені, зазнають складних фізико-хімічних та біохімічних змін під впливом атмосферних явищ, специфічних умов, що формуються у товщі відходів, а також в результаті взаємодії між собою. Це призводить до утворення різних сполук, в тому числі токсичних, які, мігруючи до

навколишнього середовища, негативно впливають на його компоненти.

Основним фактором впливу МВВ на НПС є фільтратні сполуки. Фільтрат – це стічні води, що виникають на полігонах при захороненні ТПВ вологістю більше 55 % в результаті інфільтрації атмосферних опадів у тіло полігону, які концентруються в його підшві. Це складна по хімічному складу рідина з яскраво вираженим неприємним запахом біогазу, яка утворюється в результаті фільтрування атмосферних опадів через органічні рештки, які утворюються внаслідок перегнивання сміття та хімічних речовин, найшкідливішими із яких є солі важких металів.[5]

Фільтрати відносяться до високо забруднюючих стічних вод, характеризуються високим вмістом токсичних речовин, містять численні компоненти розпаду органічних сполук – проміжні та кінцеві продукти процесів розкладання компонентів відходів, що визначає темно-коричневий колір і неприємний запах фільтратних вод. Такі фільтрати містять біологічні органіки, галогено-органічні сполуки, азотовмісні органічні комплекси, внаслідок чого мають досить високі значення показника хімічного поглинання кисню, який може досягати до 40000 мг  $O_2$ /л. Їх санітарно-епідеміологічна небезпека посилюється вмістом патогенних мікроорганізмів.[5]

За канцерогенним складом фільтратні води можна поставити в один ряд до отруйних гербіцидів (адже у сміття за змішаного збирання потрапляють небезпечні елементи (люмінесцентні лампи, посуд з залишками мастил, отрутохімікатів, шприци віл-інфікованих, скелети загиблих тварин уражених небезпечними хворобами тощо), (рис 1.8.) Усе це змивається дощовими водами, водами від танення снігового покриву і потрапляє із тіла звалища у ґрунтові води, а з ними – у криниці та водойми, а також у підземні водоносні горизонти. Інфільтрат вміщує у собі іони кальцію, амонію, важкі метали, мікробіологічні компоненти та великий діапазон токсичних органічних сполук.



Рисунок 1.8. Ставок накопичувач інфільтрату біля МВВ «УМВЕЛЬТ Бахмут»

Склад фільтрату головним чином і зумовлює екологічний стан поверхневих та підземних вод у зоні впливу сміттєзвалища. Колір фільтрату темно-коричневий, він має різкий неприємний запах, велику кількість ( $6\text{--}8\text{ мг/дм}^3$ ) завислих речовин, надзвичайно високий вміст органічних речовин ( $\text{БСК}_5 - 7840\text{ мгО}_2/\text{дм}^3$ ), нітратів ( $10583\text{ мг/дм}^3$ ), хлору ( $5000\text{--}8000\text{ мг/дм}^3$ ). Інфільтрат характеризується також високою концентрацією багатьох важких металів: свинцю (55 ГДК), кадмію (38 ГДК), мангану (3 ГДК), хрому (2,4 ГДК) та інших. Характерним є також вкрай незадовільний його санітарно-мікробіологічний стан (індекс ЛКП –  $2,4 \cdot 10^5\text{ КУО/дм}^3$ , індекс  $E\text{-coli}$  –  $2,4 \cdot 10^5\text{ КУО/дм}^3$ , колі-фаги –  $1,6 \cdot 10^4\text{ БУО/дм}^3$ ).

Різноманітні експерименти та дослідження науковців з різних країн, показали, що хімічний і мікробіологічний склад інфільтратних вод полігонів та їх обсяг залежать від ряду факторів: гідрогеологічних, кліматичних, топографічних, морфології твердих побутових відходів, етапу біохімічної деструкції і життєвого циклу полігону, умов складування, попередньої обробки відходів. Протягом усього життєвого циклу полігону ТПВ, що складається з наступних основних етапів: експлуатаційного, рекультивацийного, пострекультивацийного, іонного, асиміляційного – фільтратні води є

джерелом забруднення поверхневих і підземних вод. Факт переважання низькомолекулярних кислот серед ідентифікованих органічних сполук вказує на те, що в твердій і рідкій фазах товщі побутових відходів швидко протікає аеробне деструкція органічних речовин. Відбуваються процеси вилуговування та вимивання сполук металів з маси відходів. Перехід іонів металів в фільтрат, як в аеробних, так і в анаеробних умовах, становить не більше 0,1%, при цьому концентрація іонів металів в фільтратних водах може змінюватися в межах від 80 мг/л до 20 мкг/л в залежності від їх початкового змісту у відходах.[5].

#### Причини утворення фільтрату на МВВ:

- волога, що міститься в самих відходах і виділяється в процесі їх розкладання;

- природні опади, кількість яких залежить від погодних умов і площі полігону. Дощі, сніг, що тане навесні, вимивають з відходів, які розкладаються, органічні та неорганічні речовини при корозії металів, інші водорозчинні забруднення, в тому числі кольорові та важкі метали, наприклад, свинець, хром, кадмій та ртуть.

- гасіння пожеж, при виникненні на полігоні. Утворений фільтрат накопичується в нижній частині під шаром відходів, що практично виключає його природне випаровування. Таким чином, з плином часу їх тілі накопичуються величезна кількість небезпечних стоків. Звалища ТПВ є значним джерелом забруднення і негативний впливу на навколишнє середовище. Відходи, що там розміщені, зазнають складних фізико-хімічних та біохімічних змін під впливом атмосферних явищ, специфічних умов, що формуються у товщі відходів, а також в результаті взаємодії між собою. Це призводить до утворення різних сполук, в тому числі токсичних, які, мігруючи до навколишнього середовища, негативно впливають на його компоненти.





Рисунок 1.9. Фільтрат який утворюється з звалища

Доцільно розглянути порівняльну характеристику кількості випадів опадів на території Бахмутської міської ради в період із 2017 по 2019 роки, відповідно до паспортів ризику виникнення надзвичайних ситуацій на території Бахмутської громади [6], що зображено на рисунку 1.10.



### Динаміка випадів осадків на території м. Бахмута

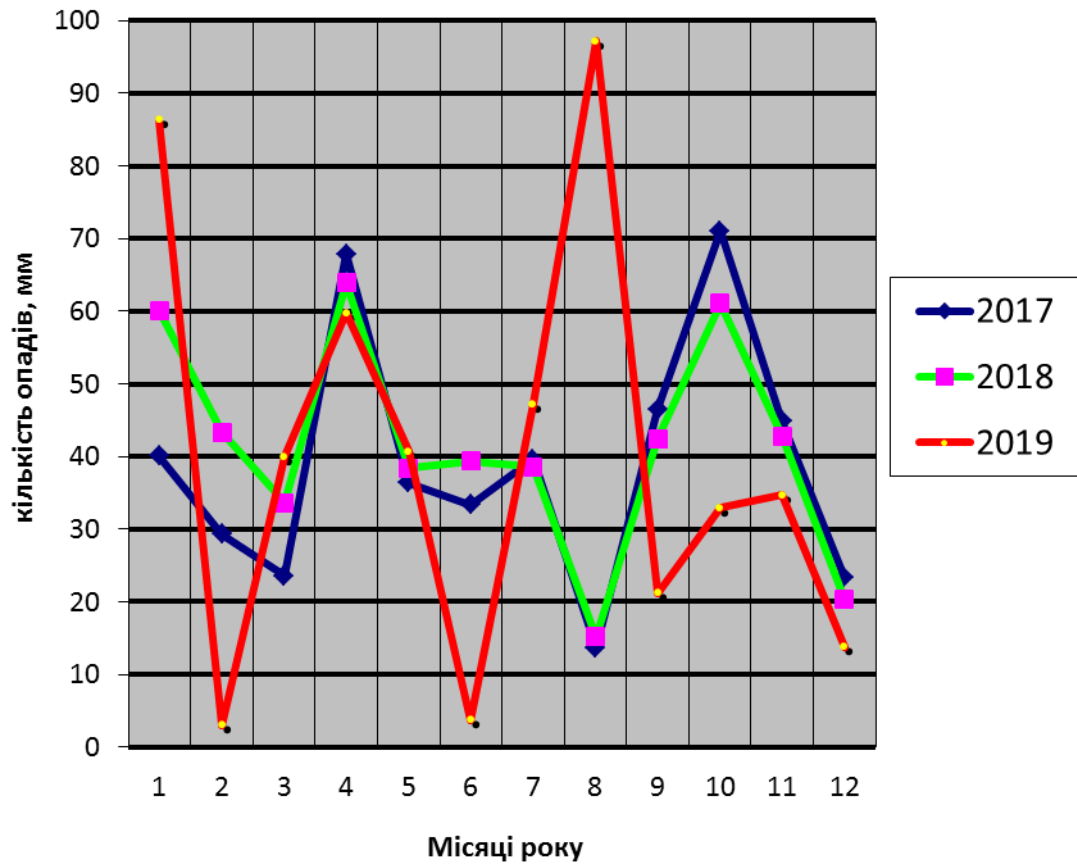


Рисунок 1.10. Діаграма випадів опадів на території м. Бахмута в період 2017-2019 р

З графіка можна зробити наступний висновок, що збільшення опадів спостерігається навесні й восени, що в свою чергу утворює фільтрат.

Щодо загальної кількості атмосферних опадів, що випадали на території м. Бахмут, можна розглянути на рисунку 1.11.

## Загальна кількість опадів, з 2017- 2019 рр., мм

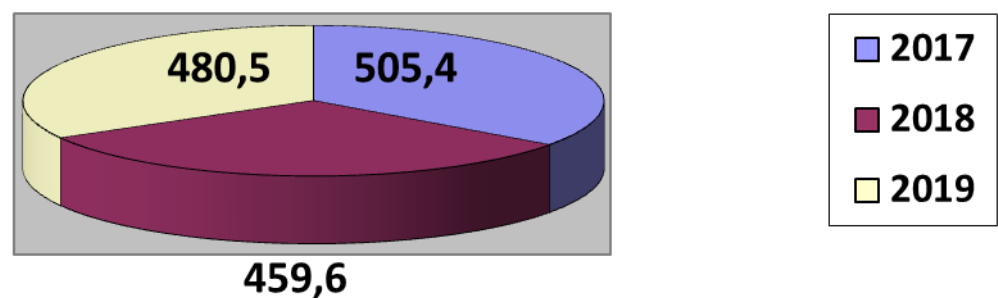


Рисунок 1.11. Загальна кількість опадів за 2017-2019 роки

Зміни значень середньорічних величин атмосферних опадів за вказаний період на наявність постійного збільшення опадів зволоження. Річна кількість атмосферних опадів більш ніж на 50 мм перевищує випаровування із поверхні.[6].

Звалища ТПВ несуть також значну санітарну небезпеку, тому що є сприятливим середовищем для розвитку паразитичної фауни, патогенної мікрофлори (черевний тиф, туберкульоз та ін.), служать місцем розмноження переносників інфекційних захворювань та комах

Не варто виключати й виникнення пожеж на полігоні, які в свою чергу під час горіння відходів забруднюють атмосферне повітря, що перевищують ГДК за межами санітарно-захисної зони у 3-4 рази, та в подальшому при її ліквідації спричинюють забруднення наземних та підземних вод, фільтратом який утворюється при витраченій воді на ліквідацію надзвичайної ситуації.

Звалищний газ – газ, що утворюється в результаті анаеробного

розкладення сміття. Основними компонентами звалищного газу є: парникові гази, діоксид вуглецю та метан. До того ж, звалищний газ містить велику кількість токсичних сполук, а саме джерелом неприємного запаху, що в свою чергу забруднюють атмосферне повітря.

Біля полігону ТПВ «УМВЕЛЬТ Бахмут» на відстані 1,6 км розташовано опорний пост спостереження за атмосферним повітрям, який є одним із складових Автоматизованої системи моніторингу довкілля у регіоні, де здійснюється постійний моніторинг за станом атмосферного повітря, де дані надходять до департаменту екології та природних ресурсів Донецької облдержадміністрації.

### **Висновки до розділу 1**

Донецька область залишається одним із найбільших промислових районів країни, де зосереджена велика кількість підприємств, які у своїй діяльності наносять негативне навантаження на НПС, у тому числі утворенням значної кількості відходів.

Бахмутський полігон твердих побутових відходів, розташований в м. Бахмут, обслуговується – установою ТОВ «УМВЕЛЬТ Бахмут», яка здійснює свою діяльність у таких напрямках: збирання побутових відходів; оброблення та видалення безпечних відходів;

На МВВ відсутні засоби та заходи поводження з утвореним інфільтратом, накопиченим біогазом, та застосовується неефективна система боротьби з розльотом легкого сміття на прилеглу територію. Діяльність МВВ являє загрозу для НПС внаслідок значного терміну експлуатації, що певною мірою впливає на утворення складних хімічних сполук у товщі сміття, які неконтрольовано потрапляють у ґрунт, а звідти у підземні води. Через випадання атмосферних осадів на території м. Бахмута в період із 2017-2019 роках, за даними Донецького регіонального центру з гідрометеорології,

можна зробити наступний висновок що значна кількість опадів припадає на весінньо-осінній періоди, що в свою чергу призводить до значної кількості утворення фільтрату на полігоні ТПВ.

МВВ потребує заходів щодо поводження з джерелами негативного впливу на повітряне середовище, водне середовище, геологічне середовище, рослинний, тваринний світ та інше.

## **РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ НА ПОЛІГОНІ ТОВ «УМВЕЛЬТ БАХМУТ».**

### **2.1. Аналіз систем водовідведення і зберігання відходів. Дослідження характеристик фільтрату.**

ТПВ – це негативне джерело забруднення НПС. Правильне поводження з відходами – одне з найважливіших питань, яке представлено перед населенням, однак складування ТПВ – найпоширеніший метод сьогодення поводження з відходами. Спорудження полігонів ТПВ, своєю чергою, створює ряд проблем, однією з яких є утворення фільтратів.

Фільтрати полігонів через неможливість їх локального очищення і відведення негативно впливають на НПС забруднюючи його токсичними небезпечними речовинами. Через інтенсивне накопичення ТПВ проблема поводження з фільтратом полігонів є надзвичайно актуальною сьогодні і потребує негайного вирішення.[7].

Забруднення підземних та поверхневих вод, ґрунту лужними металами, безконтрольне утворення метану, яке спричиняє самозаймання полігонів це частина екологічних проблем, якими опікуються екологи, природоохоронці та викликають серйозну стурбованість місцевого населення. У зв'язку з великою кількістю причин, звалища ТПВ продовжують експлуатуватися, доцільним стає впровадження на полігонах ТПВ природоохоронних заходів, що зменшує навантаження на довкілля.

Звісно, що хімічний склад фільтрату полігонів різноманітний для різних територій країни, а також і для інших країн, а також змінюється залежно від тривалості перебування ТПВ в тілі полігону, а відповідно підходи щодо поводження з фільтратом будуть різнитися в залежності від його хімічної будови.

На місцях поховання відходів, які збудовані без нормативних правил

охорони НПС (немає протифільтраційного екрану, дренажу та очищення інфільтратних вод), фільтрат, потрапляє до водних джерел та підземних вод. Потрапляння небезпечних стоків може призвести до значного забруднення НПС не тільки органічними та неорганічними речовинами, а також біологічними небезпечними речовинами.

Особливостями фільтрату з місць поховання відходів є:

- різноманітний хімічний склад, який змінює свої властивості з плином часу;
- залежність складу фільтрату, об'єму від атмосферних опадів;
- високий вміст токсичності;
- залежність об'єму і складу фільтрату від площі, потужності, віку, будови полігону й морфологічного складу сміття;
- бактеріальне забруднення;
- техногенно-екологічна небезпека для НПС.

Фільтратні сполуки, що утворюється на полігоні побутових відходів, залежать від клімату, рельєфу, складу побутових відходів, наявності умов додаткового зволоження за рахунок поверхневого стоку, перетоку з водних джерел, технології складування побутових відходів, біохімічного утворення води, здатності побутових відходів утримувати воду на структурному рівні, тому що морфологічний склад сміття та сезонність взаємопов'язані між собою, бо у літню пору року різко накопичуються харчові відходи з високою вологістю.[7].

Виділяють 3 причини накопичення фільтрату на полігонах ТПВ:

1. Атмосферні опади, інфільтруються через сміттєзвалище, що контактують з поверхнею масиву відходів (основне джерело утворення фільтрату);
2. Вологість певних відходів;
3. Волога, що виділяється з товщі відходів через біохімічні процеси, що супроводжуються утворенням води при анаеробному розкладанні їх

органічною складовою. Не варто забувати про пожежі, які виникають на полігонах ТПВ, що супроводжуються клопітливою роботою та великою витратою води на ліквідацію пожеж.

Розрізняють так званий «молодий» і «старий» фільтрат. «Молодий» фільтрат утворюється на початковій стадії експлуатації полігону після 2-7 років складування і захоронення ТПВ і триває 5-10 років. Цей фільтрат характеризується середнім значенням рН, високими значеннями ГПК і БПК, високим вмістом амонійного азоту і заліза; склад органічних сполук представлений летючими органічними кислотами жирного ряду. В результаті процесів ферментації та відновлення сульфатів органічні речовини руйнуються до низькомолекулярних кислот (утворюються, зокрема, мурашина, оцтова і пропіонова кислоти), діоксиду вуглецю і сульфіді водню; в невеликих кількостях виділяється метан. [7].

«Старий» фільтрат формується в основному на постексплуатаційному етапі функціонування полігону. У метаногенній стадії розкладання органічних речовин, що утворилися раніше, використовуються метаноутворюючими бактеріями для виробництва метану. Стадія анаеробного розкладання органічних речовин розтягнута в часі і триває протягом 8-40 років.[7].

Склад фільтрату змінюється в часі, що відображено в таблиці 2.1., де представлені середні значення основних змінних показників фільтрату.

Для «біологічно незалежних» речовин, таких як азот амонійний \*, хлорид- іон \*, важкі метали (в тому числі, мідь, нікель, свинець, кадмій, хром і ін.) аналогічної динаміки зміни концентрацій в часі не спостерігається. Зміст «біологічно незалежних» речовин змінюється незначно і визначається, в основному, розведенням фільтрату.[7]

Таблиця 2.1. Тип фільтрату полігона ТПВ та основні показники, які змінюються із терміном експлуатації.

| Назва параметра, од. вим.                           | «Молодий полігон» – кислотна фаза | «Старий» – метанова фаза |
|---|-----------------------------------|--------------------------|
| pH  | 6,0- 7.2                          | 7,5-8,5                  |
| ХПК, мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>              | 900-40000                         | 450-9000                 |
| БПК <sub>5</sub> мг О <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup> | 600-27000                         | 20-700                   |
| Органіч. кислоти, мг/дм <sup>3</sup>                | 1400-6900                         | 5-1100                   |
| ГОС,мг/дм <sup>3</sup>                              | 260-6200                          | 195-3200                 |
| Амонійний азот*, мг/дм <sup>3</sup>                 | 27-5000                           | 27- 5000                 |
| Fe, мг/дм <sup>3</sup>                              | 3-500                             | 4-125                    |
| Ca, мг/дм <sup>3</sup>                              | 80-2300                           | 50-1100                  |
| Mg, мг/дм <sup>3</sup>                              | 30-600                            | 25-300                   |
| Mn,мг/дм <sup>3</sup>                               | 1-32                              | 0.3-12                   |
| SO <sub>4</sub> ,мг/дм <sup>3</sup>                 | 35-950                            | 25-250                   |
| Cl*, мг/дм <sup>3</sup>                             | 300-12500                         | 300-12500                |
| Цинк , мг/дм <sup>3</sup>                           | 2,0-16,0                          | 0,09-3,5                 |

Азот амонійний утворюється в процесі мінералізації органічного азоту та додатково надходять зі стоками коксохімічної, азотнотукової і харчової промисловості, комунально-побутового господарства, тваринницьких ферм, з добривами, що застосовуються в сільському та рибному господарстві.

Хлорид-іон надходить у природні води шляхом розчинення хлорвмісних мінералів (содаліт, хлорапатит та ін.) та соленосних відкладів (галіт).

Обсяг фільтраційних (дренажних) вод в залежності від вологості відходів і кліматичних умов зазвичай становить 25-50% від маси складованих відходів. Істотною відмінністю фільтрату від інших типів стічних вод є нерівномірність їх накопичення протягом року через сезонні коливання



атмосферних опадів. Найбільший обсяг фільтрату утворюється в паводковий і осінній періоди [7].

## **2.2. Оцінка дії шкідливого впливу фільтрату утвореного на полігоні твердих побутових відходів на навколишнє природне середовище на ТОВ «УМВЕЛЬТ Бахмут».**

Як відомо, на більшості полігонів та звалищ України фільтрат, що витікає з тіла полігону, не очищується і стікає в найближчі водотоки. На деяких полігонах фільтрат збирають у спеціально створені ставки-накопичувачі, не є виключенням полігон ТПВ «УМВЕЛЬТ Бахмут». Природний протифільтраційний екран відсутній, на укосах та в низу полігону розвинені глини і суглинки з коефіцієнтом фільтрації –  $0,01 \div 0,005$  м/добу. До гідротехнічних споруд полігону для відведення поверхневих дощових і талих вод відноситься розташування полігону на схилі, та частковий злив опадів, фільтрату до відстійного ставка часткове. Дренажна система для відведення фільтрату відсутня. Фільтрат не збирається, височується з-під нижнього уступу звалища та тече до відстійного ставка, надходить на поверхню ґрунту в низу за схилом, частково випаровується і частково інфільтрується крізь зону аерації. Насосна станція для перекачування фільтрату, очисні споруди. На полігоні знаходиться ставок відстійник. Бар'єром щодо недопущення стікання фільтрату по схилу до річки Бахмутка є асфальтована дорога.

Але насамперед не варто забувати, що полігон ТПВ «УМВЕЛЬТ Бахмут» функціонує багато років, тому спочатку необхідно визначити вплив фільтрату на навколишнє природне середовище. Відповідно до цього розглянемо порівняльну характеристику відбору проб поверхневих і підземних вод в 5 точках біля полігону ТПВ «УМВЕЛЬТ Бахмут», таких як

джерело на звалищі, річка Бахмутка, ставок відстійник, та 2 свердловин, які проводилися у квітні 2018 року, що наведено у таблиці 2.2. [8].

Таблиця 2.2. Порівняльна характеристика відбору проб поверхневих і ґрунтових вод на полігоні ТПВ та поблизу.

| Показник         | Норма ПДК<br>рибгосподарського<br>водокористування мг/дм <sup>3</sup> | Факт мг/дм <sup>3</sup> |                   |                            |                              |   | Перевищення              |
|------------------|---|-------------------------|-------------------|----------------------------|------------------------------|---|--------------------------|
|                  |   | №1<br>свердловина       | №2<br>свердловина | №3<br>(джерело на звалищі) | №4<br>ставок 0,3 км на захід | №5<br>річка Бахмутка 0,7<br>км на захід | Факт/норма               |
| 1                | 2   | 3                       | 4                 | 4                          | 5                            | 6                                       | 7                        |
| Сухий залишок    | 1500  | 14000                   | 30000             | 7800                       | 1573                         | 2193                                    | 9,3;20;5,2;2,5,          |
| pH               | 6,5-8,5   | 7                       | 4,5               | 6,5                        | 8,07                         | 8,15                                    |                          |
| Завислі речовини | +0,75   | -                       | -                 | -                          | 20                           | 23                                      |                          |
| Азот амонійний   | 0,5   | 30                      | 37                | 32                         | н/в                          | н/в                                     | 60;74;64                 |
| Залізо           | 0,05  | 10                      | 120               | 54                         | 0,55                         | 0,17                                    | 200;2400;1080;<br>11;3,4 |
| Марганець        | 0,01  | 3,2                     | 41                | 18                         | 0,049                        | 0,016                                   | 320;4100;1800;<br>4,9    |
| Кобальт          | 0,01  | 0,03                    | 0,60              | 0,21                       | 0,05                         | -                                       | 3;60;21;5                |
| Нікель           | 0,01  | 0,26                    | 3,7               | 1,3                        | 0,09                         | 0,01                                    | 26;370;130;9             |
| Цинк             | 0,01  | 0,4                     | 9,1               | 6,7                        | 0,06                         | -                                       | 40;910;670;6             |
| Мідь             | +0,001  | 0,3                     | 5,4               | 4,8                        | 0,04<br>(фон)                | -                                       | 260;5400;4800            |
| Свинець          | 0,1   | 0,14                    | 5,1               | 0,62                       | 0,13                         | -                                       | 1,4;51;6,2;1,3           |
| Кадмій           | 0,005   | 0,014                   | 0,091             | 0,034                      | 0,022                        | -                                       | 2,8;18;6,8;4,4           |
| Ртуть            | 0,00001   | н/в                     | н/в               | н/в                        | н/в                          | -                                       |                          |
| Хром (VI)        | 0,001   | 0,01                    | 25                | 16                         | 0,02                         | -                                       | 10;25000;16000<br>;20    |
| Феноли           | 0,001   | 0,003                   | 0,004             | 0,003                      | 0,006                        | -                                       | 3;4;3;3;6                |

## Продовження таблиці 2.2.

|                  |      |      |      |      |       |       |                |
|------------------|------|------|------|------|-------|-------|----------------|
| Фосфати          | 3,2  | н/в  | н/в  | н/в  | н/в   | 3,0   |                |
| Сульфати         | 100  | 1200 | 3900 | 1800 | 566,2 | 896,7 | 15;39;18;14;15 |
| Хлориди          | 300  | 850  | 2700 | 800  | 248,2 | 354,5 | 2,8;9;2,7;2;2  |
| Нітрати          | 40   | 12   | 13   | 20   | 5,1   | 8,5   |                |
| Нітрити          | 0,08 | 0,81 | 0,12 | 1    | 0,04  | 0,033 | 10;1,5;1,2     |
| Нафтопродукти    | 0,05 | н/в  | н/в  | н/в  | 0,3   | 0,4   | 6;8            |
| БПК <sub>5</sub> | 3,0  | 2,1  | 1,5  | 3,5  | 2,3   | 4,8   |                |
| ХПК              | -    | 200  | 2100 | 29   | 20    | 21    |                |

Як бачимо після дослідження чітко видно Високий вміст сухого залишку (до 2,5 ГДК), сульфатів (до 15 ГДК), хлоридів (до 2 ГДК), заліза (до 11 ГДК), фенолів (до 6 ГДК) і нафтопродуктів (до 8 ГДК) в пробах №4 і №5 властивостей для поверхневих вод навколишнього регіону і пов'язаний з його геологічними особливостями та наслідками господарської діяльності.

Надзвичайне перевищення вмісту амонійного азоту (до 74 ГДК), заліза (до 2400 ГДК) марганцю (до 4100 ГДК), кобальту (до 60 ГДК), нікелю (до 370 ГДК), цинку (до 910 ГДК) міді (до 5400 ГДК), свинцю (до 51 ГДК), кадмію (до 18 ГДК), хрому (до 25000 ГДК), сульфатів (до 39 ГДК), хлоридів (до 9ГДК), нітритів (до 10 ГДК). Висока свинцю (до 2,8 ГДК), кадмію (до 19 ГДК), перевищення граничних значень рН (до 4,5) і сухого залишку (до 20 ГДК) в пробах №1-3 пояснюється присутністю під МВВ колишнього промислового шламонакопичувача.[8]. Відбір проб води відбувався в 5 місцях, які зображені на рисунку 2.1.

Дані проби були відібрані, відповідно до «Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов», УДК 628 394.1 639 2/3, 1991 р.[9].

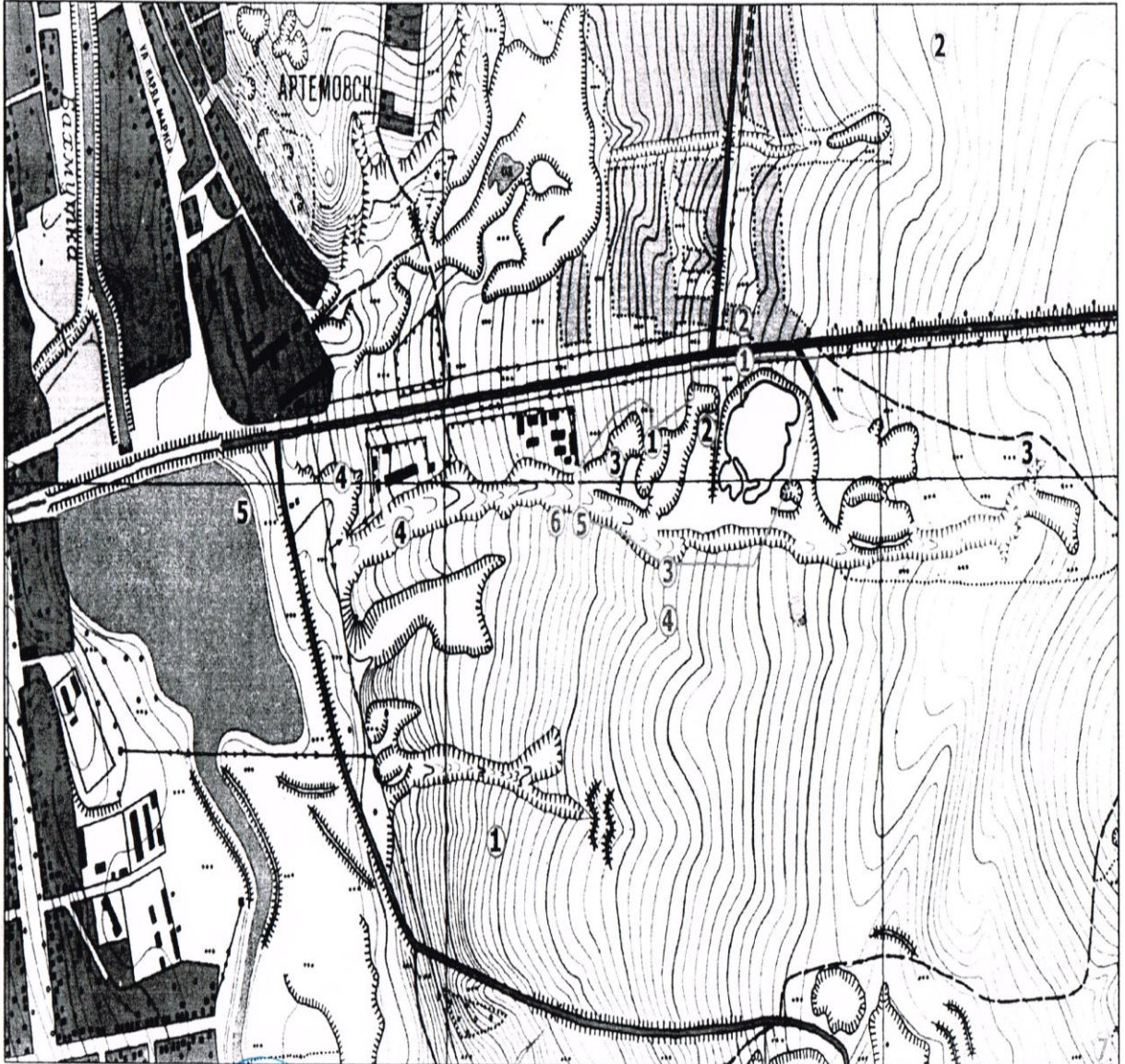


Рисунок 2.1. Карта-схема відбору проб поверхневих і ґрунтових вод

### **2.3. Розробка рекомендацій щодо нейтралізації шкідливих впливів Бахмутського полігону ТПВ на навколишнє природне середовище**

Фільтрати звалищ ТПВ відрізняються різноманіттям вміщених в них забруднюючих компонентів, серед яких важкі метали, галогенопохідні, біологічноокисні органічні речовини, азот в різних формах, розчинники, солі та інші. Обробити фільтрати значно важче ніж каналізаційні води: інфільтрати можуть мати в 200 разів вище ХСК, а склад і об'єм може змінюватися з плином часу, так і за сезонами року. Технології, які розроблені для обробки фільтрату одного сміттєзвалища, стають не ефективними внаслідок старіння і можуть не підходити для іншого звалища. [10]. Як правило, ці звалища не обладнані протифільтраційними екранами, системами збору інфільтрату, що утворюється в тілі сміттєзвалища внаслідок опадів та процесів розкладання органічних речовин, не здійснюється щоденне перекриття добового обсягу вивезених відходів ізолюючим шаром. Ґрунтові та поверхневі води, які протікають через земляну засипку, захоплюють розчинені та тверді речовини й продукти біологічного розкладання, відповідно розчини вилуговування ТПВ мають різноманітні елементи та сполуки. Об'єм фільтрату, що утворюється протягом року залежно від кліматичних умов з 1 га сміттєвого тіла, становить у середньому від 2000 до 4000 м<sup>3</sup>. [11].

Широко застосовуваний раніше спосіб розподілу фільтрату по поверхні ґрунту з метою самоочищення в ході природних біологічних, фізичних і фізико-хімічних процесів визнаний небезпечним, внаслідок сприяння повному знищенні родючості ґрунту.

Як приклад, можливе застосування наступної схеми очистки фільтрату на території ТОВ «УМВЕЛЬТ Бахмут», представленої на наступній схемі.

Після потрапляння фільтрату до дренажної системи, на першому етапі очищення стічна вода проходить решітки, де очищається від великих

нерозчинних зважених часток. Концентрація забруднень в стічних водах сильно коливається, а також через завислі частинки, для поліпшення роботи очисної споруди вважаємо необхідним застосувати контактні осередники. Потім вода направляється до пісковловлювача, це необхідно для задержування важких нерозчинних домішок (переважно піску, також це дасть можливість окрім мінеральних домішок відстоятись речовинам органічного походження, гідравлічна крупність яких близька до гідравлічної крупності піску. Наступним кроком вода подається до первинних відстійників, де під дією сили тяжіння відбувається осадження забруднюючих речовин, потім вода подається до біологічного фільтра, де стічна вода фільтрується крізь засипний матеріал, покритий біологічною плівкою, утвореною колоніями мікроорганізмів. Далі стічна вода направляється до контактних резервуарів. Для остаточного очищення до стічної води, що направляється до контактних резервуарів, додається хлорна суміш, після чого відбувається остаточне обеззаражування води. З контактних резервуарів воду можна подавати на подальше використання, як для господарських потреб так і для водойми, що знаходиться на поблизу території полігону. [12]

Також можна проаналізувати інший спосіб очистки з відведенням до каналізаційної системи та в подальшому на міські очисні споруди. Запропоновану схему очищення фільтрату зображено на рисунку 2.2.

В цілому методи обробки фільтрату звалищ ТПВ об'єднані в підгрупи:

- каналізування (скидання в каналізацію для подальшої сумісної обробки з побутовими стічними водами і подачею на поверхню звалища по замкнутому циклу);
- біологічна обробка (аеробна і анаеробна);
- хіміко-фізична обробка (хімічне осадження, хімічне окислення, адсорбція із застосуванням активованого вугілля, зворотний осмос та ін.).

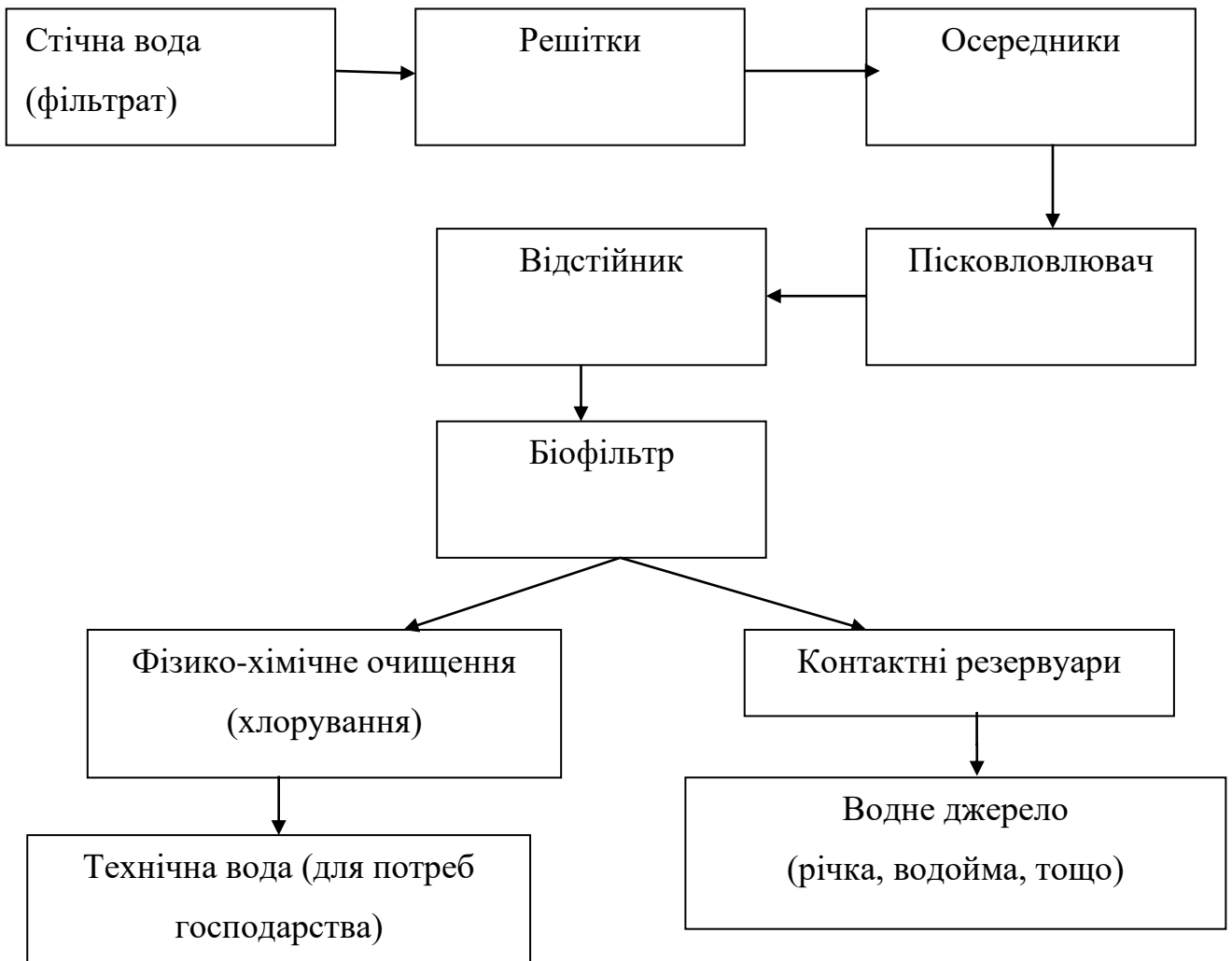


Рисунок 2.2. Запропонована схема очищення фільтрату на полігоні ТПВ «УМВЕЛЬТ Бахмут».

Перегонка фільтрату із полігону в каналізаційну мережу для подальшої нейтралізації його з міськими побутовими стоками – найбільш поширений метод. Основні труднощі, що виникають при цьому, пов'язані з високою концентрацією органічних і неорганічних компонентів, наявних в фільтратах як нових, так і старих звалищ. Спільна обробка фільтратів з побутовими стічними водами допускається лише у випадках, коли обсяг фільтрату не перевищує 5% подачі стоків на очисну установку. При значних об'ємах перекачуваного фільтрату очищення стоків стає не ефективним, збільшується корозія вузлів очисної установки. Високі концентрації важких металів у

фільтраті можуть перешкодити і навіть повністю виключити можливість використання в сільському господарстві осаду стічних вод в якості добрива. Широко поширена, як з найдешевших і прискорюючих процес стабілізації закритих звалищ, технологія розподілу зібраного фільтрату по поверхні складованого матеріалу. [12]

Розглянемо хімічний склад фільтрату з джерела полігону ТПВ ТОВ «УМВЕЛЬТ Бахмут», з встановленими нормативами на скид стічних вод в каналізаційну мережу, що наведено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3. Показники фільтрату з нормативними пороговими значеннями

| Показник,        | Фактичне значення, | Нормативне значення, мг/дм <sup>3</sup>                    |
|------------------|--------------------|--|
| Хлориди          | 1800               | Не більше 350  |
| Сульфати         | 800                | Не більше 400  |
| БПК <sub>5</sub> | 5,4                | Згідно з проектом міських очисних споруд або не більше 350 |
| Азот амонійний   | 32                 | 30   |
| Ca               | 190                | 0,1  |
| Mg               | 121,6              | 2,5  |
| Fe               | 54                 | 2,5  |
| Ni               | 1,3                | 0,5  |
| Cu               | 4,8                | 0,5  |
| Pb               | 0,62               | 0,1  |

На даній показовій схемі ми бачимо що хімічний склад фільтрату, який витікає із тіла полігону значно перевищує норми на скид стічних вод в каналізаційну систему.

З вищенаведених даних відбору проб і склад фільтрату видно що скидати зібраний фільтрат у систему водовідведення населеного пункту без будь-якої обробки не можливо. Саме тому виникає необхідність встановлення локальних очисних споруд на території полігону, що можуть



забезпечити належний рівень очистки фільтрату перед скиданням його в каналізаційну мережу.

Саме тому виникає необхідність встановлення стаціонарної системи очищення фільтратних вод на території полігону, яка може забезпечити належний рівень очистки фільтрату перед скиданням його в каналізаційну мережу або використання очищеної води для господарських потреб. Відповідно до методичних рекомендацій із збирання, утилізації та знешкодження фільтрату полігонів побутових відходів можна запропонувати такі методи знешкодження та утилізації фільтрату: фізичні (відстоювання, випаровування), фізико-хімічні (адсорбція активованим вугіллям або іншим сорбентом, іонний обмін, мембранна технологія, коагуляція і флокуляція  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  і  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ), хімічні (оброблення активним хлором, окислювання пероксидом водню, озонування, фотохімічне оброблення), біохімічні (аеробне та анаеробне біологічне оброблення)[13]

Схему локального очищення фільтрату полігонів ТПВ обов'язково необхідно розробляти для конкретного випадку окремо, враховуючи конкретний хімічний склад фільтрату, від якого залежать методи очистки, що будуть обрані. Відмінність схем пояснюється широким діапазоном методів очистки та варіантів їх комбінації.

Для наведеного полігону ТПВ м. Бахмута можна запропонувати таку схему очищення фільтрату зображеному на рисунку 2.3.

Попереднє фільтрування призначено для очищення фільтрату від зважених речовин як стадія підготовки для подальшого очищення. Блок сорбції активованим вугіллям призначений для очищення фільтрату від розчиненої органіки, нітропродуктів та хлоридів, а блок зворотного осмосу забезпечує глибоку очистку від розчинених домішок і мінеральних солей, важких металів і домішок, що біологічно не розкладаються.

Розроблена схема дозволяє очистити фільтрат полігону ТПВ м. Бахмута до рівня встановлених нормативів відведення стічних вод.[13]

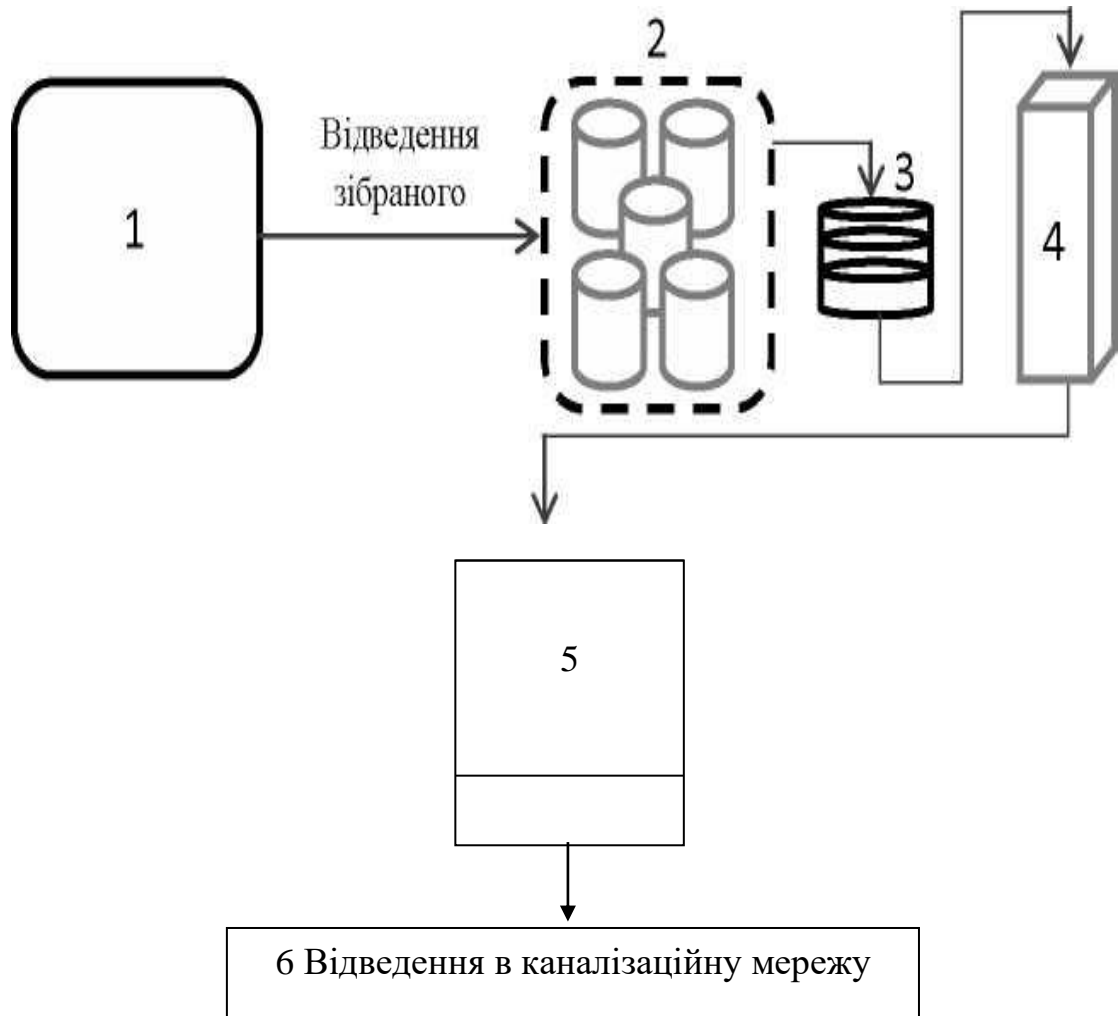


Рисунок 2.3. Запропонована схема очищення фільтрату полігону ТПВ м. Бахмут:

1 – ділянка складування твердих побутових відходів, 2 – система ємностей для зберігання зібраного фільтрату, або резервуар; 3 – попереднє фільтрування; 4 – блок сорбції активованим вугіллям; 5 – блок зворотного осмосу, 6 – відведення у каналізаційну систему.

Розроблена схема дозволяє очистити фільтрат полігону ТПВ м. Бахмута до рівня встановлених нормативів відведення стічних вод. [13]

Однак концепція більш чистого виробництва та маловідходних технологій передбачає не тільки заходи очищення, а і заходи, спрямовані на мінімізацію забруднення. Тому необхідно розглянути заходи, спрямовані на вирішення проблеми поводження з фільтратом до етапу його утворення

очищення.

Розглянемо попереднє очищення шляхом встановлення напірного гідроциклону, для очистки завислих частинок. Густина фільтрату приймемо як густина води  $\rho = 1066 \text{ кг/м}^3$ , динамічну в'язкість рідини  $\mu = 1,14 \cdot 10^{-3} \text{ Па с}$ .

Оберемо напірний гідроциклон типу ГН-40, так як крупність завислих частинок становить  $20 \text{ мг/дм}^3$  (рисунок 2.4.).

Оберемо геометричний розмір гідроциклону із таблиці 2.4.

Таблиця 2.4. Геометричні параметри гідроциклону

| Геометричний розмір   | Тип гідроциклону |
|---|------------------|
|   | ГН-40            |
| Діаметр циліндричної частини $D$ , мм   | 40               |
| Діаметр вхідного патрубку $d$ , мм  | 12               |
| Діаметр зливного патрубку $d$ , мм<br><i>злив</i>   | 16               |
| Діаметр шламового патрубку $d$ <i>шлам</i> , мм   | 6                |
| Кут конусності конічної частини $\alpha$ , град   | 15               |
| Висота циліндричної частини $H$ , мм  | 160              |
| Загальна продуктивність $Q$ , м <sup>3</sup> /год при значенні вхідного тиску $P = 0,1 \text{ МПа}$ | 2                |
| Гранична крупність розділення $5$ , мкм   | 50               |

1. Визначаємо продуктивність напірного гідроциклону  $Q$ , м<sup>3</sup>/с за формулою:

$$Q_{\text{ГН}} = 2,7 \cdot 10^{-6} \cdot d_{\text{п}} \cdot d_{\text{злив}} \sqrt{g} \cdot \sqrt{\Delta p} = 0,000513 \quad (2.1)$$

де  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$  – прискорення вільного падіння;  $P$  – втрата тиску в гідроциклоні, МПа (приймається в діапазоні  $\Delta P = 0,1 \dots 0,2 \text{ МПа}$ ),  $d_{\text{п}}$  – діаметр вхідного патрубку, мм,  $d_{\text{злив}}$  – діаметр зливного патрубку, мм.

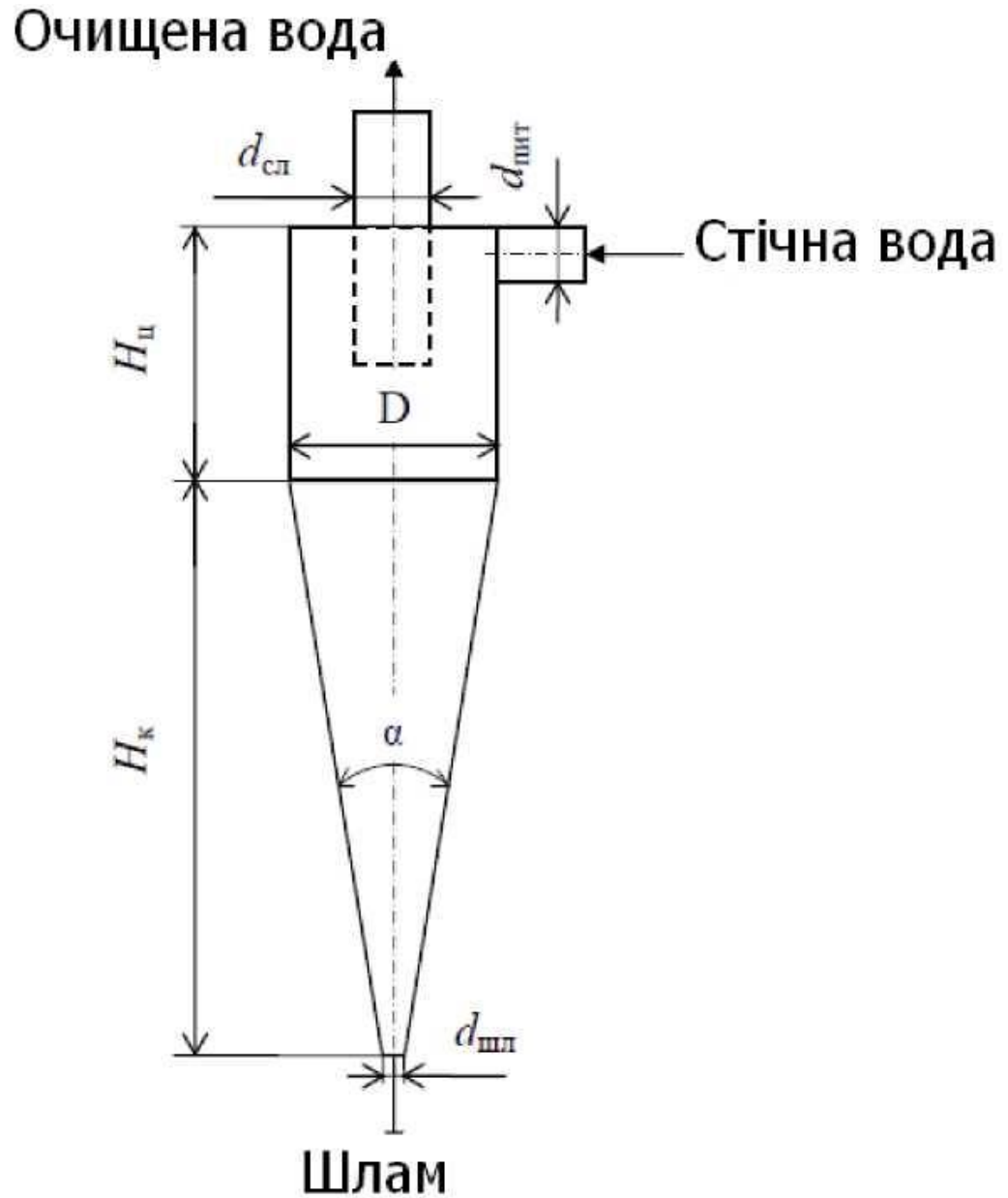


Рисунок 2.4. Напірний гідроциклон типу ГН-25

2. Обраховуємо кількість гідроциклонів  $n$  за формулою:

$$n = \frac{Q}{Q_{ГН}} = 4 \quad (2.2)$$

де  $Q$  – об'ємна витрата стічної води,  $\text{м}^3/\text{с}$ . За необхідності округлюємо отриману величину до найближчого цілого значення.

3. Обрахуємо швидкість осаджування  $w$ , мм/с за спрощеною формулою:

$$W_{ос} = 4,26 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{k \cdot D^3}{a \cdot Q} = 1,21 \cdot 10^{-5} \text{ мм/с} \quad (2.3)$$

де  $D$  – діаметр циліндричної частини гідроциклону, м;  $k$  – коефіцієнт, що враховує вплив концентрації домішок та турбулентність потоку (для агрегативно-стійких суспензій з невеликою концентрацією домішок приймаємо  $k = 0,04$ );  $a$  – коефіцієнт, що враховує затухання тангенційної швидкості (приймаємо  $k = 0,45$ ).

4. Визначаємо об'ємну витрату шламу  $Q_{\text{шлам}}$ , м<sup>3</sup>/с за формулою:

$$Q_{\text{шлам}} = 2,6 \cdot 10^{-7} \cdot \frac{D^{1,45} \cdot d_{\text{п}}^{0,239} \cdot d_{\text{шлам}}^{2,859} \cdot H_{\text{ц}}^{0,087}}{d_{\text{злив}}^{2,318} \cdot \alpha^{0,239} \cdot P_{\text{п}}^{0,315}} = 9,85 \cdot 10^{-12} \text{ м}^3/\text{с} \quad (2.4)$$

де  $D$  – діаметр циліндричної частини гідроциклону, мм;  $d_{\text{п}}$  – діаметр вхідного патрубку, мм;  $d_{\text{злив}}$  – діаметр зливного патрубку, мм;  $d_{\text{шлам}}$  – діаметр шламового патрубку, мм;  $H_{\text{ц}}$  – висота циліндричної частини гідроциклону, м;  $\alpha$  – кут конусності конічної частини гідроциклону, град;  $P_{\text{п}}$  – вхідний тиск у гідроциклоні, МПа.

5. Товщину стінок гідроциклону, а також розміри допоміжних відсіків приймаємо з конструктивних міркувань.

## 2.4. Першочергові заходи щодо забезпечення екологічної безпеки ТОВ «УМВЕЛЬТ Бахмут».

Першочерговими є заходи, спрямовані на мінімізацію утворення фільтрату, серед яких можна виокремити такі:

- облаштування контейнерів для збирання ТПВ в населених пунктах кришкою, що унеможливить потрапляння в контейнер дощової води та снігу;
- запровадження жорстких штрафних санкцій за недотримання правил благоустрою населених пунктів;
- пресування та віджим ТПВ безпосередньо перед захороненням відходів, що гарантовано дозволяє отримати чистішу рідку фазу та зменшити кількість утвореного фільтрату під час експлуатації полігону;
- спорудження спеціальних покрівель із водонепроникного матеріалу над картами полігону, що експлуатуються.

З огляду на концепцію чистішого виробництва та маловідходних технологій, а також з погляду екологічного менеджменту, доцільним та необхідним є запровадження системи роздільного збору ТПВ, що забезпечить можливість вторинного використання відходів.

Одним з початкових етапів є функціонування у Бахмутській громаді «Програми поводження з відходами на території Бахмутської міської ради на період 2016 – 2020 років», затвердженої рішенням виконкому у 2015 р. [14].

Метою й задачами програми є зменшення негативного впливу на НПС та здоров'я шляхом здійснення заходів щодо запобігання утворенню відходів, їх збирання, перевезення, зберігання, оброблення, утилізації, знешкодження та захоронення. Дана програма – це комплекс взаємно пов'язаних організаційних, технологічних, технічних, ресурсозберігаючих, екологічних, санітарно-гігієнічних, фінансово-економічних, соціальних, інформаційних, освітньо-виховних заходів, спрямованих на розв'язання проблем сфери поводження з відходами. Стан поводження з відходами вимагає комплексного і системного підходу до запровадження економічного механізму стимулювання і мотивації підприємств, як промислових так і комунальних. Для утилізації компонентів відходів повинні використовуватись технології і заходи з обов'язковим врахуванням конкретних місцевих проблем і ресурсів. Господарювання комунальними

відходами повинно ґрунтуватись на тривалому стратегічному плануванні і супроводжуватись постійним моніторингом та оцінкою отриманих результатів.[14].

Для досягнення основної мети Програми передбачається розв'язати такі основні завдання:

- зменшення обсягу утворення ТПВ шляхом збирання, перевезення, зберігання, переробки, сортування і утилізації;
- запровадження нових технологій;
- забезпечення організації контролю за діючими полігонами ТПВ для запобігання шкідливого впливу на НПС й життєдіяльність населення;
- виховання екологічної культури населення та навчання безпечного поводження з відходами (проведення інформаційно-просвітницької роботи в освітніх закладах, засобах масової інформації, Інтернет ресурсах; залучення громадськості при вирішенні питань, пов'язаних з поводженням з відходами; створення умов для впровадження системи роздільного збору відходів);
- удосконалення нормативно-методичного, організаційного, інформаційного та іншого забезпечення сфери поводження з ТПВ.[14].

Можна запропонувати встановлення контейнерних майданчиків, які будуть модульного типу (1 модуль на 2 контейнери) із металевих конструкцій. Бокові стінки можуть бути зашиті металевим чи пластиковим листом або сіткою. Дах (навіс) також пластиковий чи металевий, який захищатиме від атмосферних опадів. Орієнтовні розміри одного модуля (на 2 контейнери місткістю 1,1 м<sup>3</sup>): ширина – 1500 мм, довжина – 3400 мм, висота – 2500 мм, рисунок 2.4.

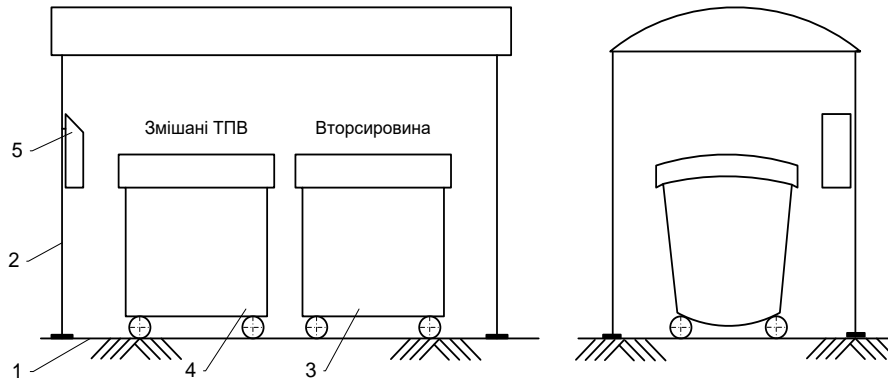


Рисунок 2.4. Схема контейнерного майданчика  
(модуль для двох контейнерів місткістю 1,1 м<sup>3</sup>)

- 1 – тверде дорожнє покриття; 2 – розбірний металевий-пластиковий модуль для двох контейнерів; 3 – контейнер для змішаної вторсировини; 4 – контейнер для змішаних ТПВ; 5 – навісна урна для хімічних джерел струму (батареї, мікроакумулятори, конденсатори, тощо).

Не менш важливим кроком, щодо зменшення негативних наслідків на навколишнє природнє середовище є проведення заходів з виховання екологічної культури населення та навчання безпечного поводження з відходами:

1. в освітніх закладах:
  - проведення виховних годин, тематичних уроків, бесід, інформаційних годин «Моє чисте довкілля»;
  - проведення конкурсу малюнків, стіннівок, виробів «Друге життя непотрібних речей»;
  - проведення суботників та екодесантів на території шкіл;
  - проведення батьківських зборів з питань роздільного збору відходів та поводження з відходами в цілому, а також екологічного виховання учнів;
  - розміщення інформаційного банеру на шкільному сайті «Роздільний збір відходів. Поводження з відходами»;



2. місцевими радами та підприємствами:

- розробка рекламної продукції, публікація просвітницької інформації у засобах масової інформації, Інтернет ресурсах щодо безпечного поводження з відходами та необхідністю укладання договорів із підприємствами на вивезення відходів;

- проведення заходів із залученням громадськості для вирішення питань, пов'язаних з поводженням з відходами.[14].

## **Висновки до розділу 2**

Отже негативний вплив діяльності полігону ТПВ дуже високий і потребує розробки заходів поводження з утвореним фільтратом, біогазом та іншими негативними факторами. Для зменшення впливу фільтрату на НПС є можливим розроблення заходів передбачених керівними документами, проте можливе застосування і інших методів, засобів, які було б вигідніше запровадити у діяльності.

Було проаналізовано та запропоновано 2 схеми очищення фільтрату із полігону ТПВ, одну загальну та локальну для подальшого використання для потреб у господарстві, але як ми бачимо фільтрат може відрізнитися за своїм віком і структурою, що в свою чергу потребує впровадження певних методів та заходів очищення шкідливих сполук.

Відповідно проведених досліджень, тобто взятих проб фільтрату, чітко видно що деякі сполуки які містяться у фільтраті перевищують гранично допустимі концентрації, що в свою чергу потребують негайного очищення.

Насамперед на теперішній час існує багато нових технологій, що дозволяють очищувати воду від забруднювачів, і вкрай необхідно встановити очисні споруди для зменшення негативного впливу фільтрату на навколишнє природне середовище.

## **РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ФУНКЦІОНУВАННЯ ДРЕНАЖНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ЗБОРУ ТА ВІДВОДУ ФІЛЬТРАТУ.**

### **3.1. Встановлення дренажної системи, для збору та відводу фільтрату**

Для збирання і відведення фільтрату з майданчиків складування ТПВ проектується дренажну систему, яка складається з шарового дренажу (галька або щебінь) та дренажних труб. Матеріали, які використовують для улаштування шарового дренажу і дренажних труб, повинні бути хімічно і біологічно стійкими і підбиратися так, щоб хімічно-фізичні властивості фільтрату та механічна дія ТПВ не приводили б до відмови в роботі системи.

В дренажі використовуються перфоровані труби або труби з прорізами діаметром не менше 300 мм. Труби вкладають на поверхні гідроізолюваного шару для того, щоб фільтрат відводився з всього дна полігону. Як шаровий дренаж використовується матеріал округлої форми з розміром частинок 16 – 32 мм. Також для відведення фільтрату використовується контрольний насос для відкачування фільтрату. Дренажні води, що утворюються на полігоні, збираються в контрольні ставки а потім подаються на очищення. Вміст карбонату кальцію у матеріалі водовідвідного шару не повинен перевищувати 20% від загальної ваги матеріалу.[15]. Для відведення фільтрату рекомендується використовувати труби з перфорованою на 2/3 поверхнею або з прорізами. Рекомендується застосовувати труби з діаметром не менше 300 мм. Труби рекомендується укладати на поверхні гідроізолюючого шару таким чином, щоб фільтрат відводився зі всієї основи полігона побутових відходів. Несучу здатність труб рекомендується визначати спеціальним розрахунком. Також з метою унеможливлення засмічення дренажної системи під час експлуатації рекомендується здійснювати її контроль і промивання.

Розглянемо запропоновану дренажну систему відведення фільтрату з тіла полігону ТПВ.

Потенційний середньорічний об'єм фільтрату  $W_{рф}$  рекомендується визначати з рівняння водного балансу полігона за формулою:

$$W_{рф} = (W_{ро} + W_{рпв}) - (W_{рвв} + W_{рвс} + W_{рзв} + W_{рфв}) \quad (3.1)$$

де  $W_{ро}$  – середньорічний об'єм атмосферних осадів;

$W_{рпв}$  – середньорічний об'єм поверхневих стоків;

$W_{рвв}$  – середньорічний об'єм вологи, що випаровується з поверхні побутових відходів;

$W_{рвс}$  – середньорічний об'єм вологи, що випаровується з поверхні контрольно-регулюючих ставків, ставків-випарників;

$W_{рзв}$  – середньорічний об'єм вологи, що використовується для додаткового зволоження відходів;

$W_{рф.в.}$  – середньорічний об'єм вологи, що фільтрується крізь захисний екран основи полігона побутових відходів.

З метою унеможливлення засмічення дренажної системи під час експлуатації рекомендується здійснювати її контроль і промивання.

Доцільно розглянути запропоновану дренажну систему зображену на рисунку 3.1.

Дана споруда відноситься до гідротехнічного будівництва. Запропонована система відведення фільтрату з полігону ТПВ включає масив ТПВ 1, під яким розташований дренажний прошарок 2. Нижче дренажного прошарку 2 розташована полімерна сітка 3, під якою встановлені перфоровані труби 4 на куточках 6. Отвори 5 в перфорованих трубах 4 орієнтовані в бік основи полігона. Під перфорованими трубами 4 розташовані гідроізолювані секції 7, покриті водотривким екраном 8, елемент опори 9, розташований під перфорованими трубами 4, фільтрат 10 і осад 11, накопичений в гідроізолюваній секції 7 в процесі функціонування системи відведення фільтрату з полігону ТПВ. [16].

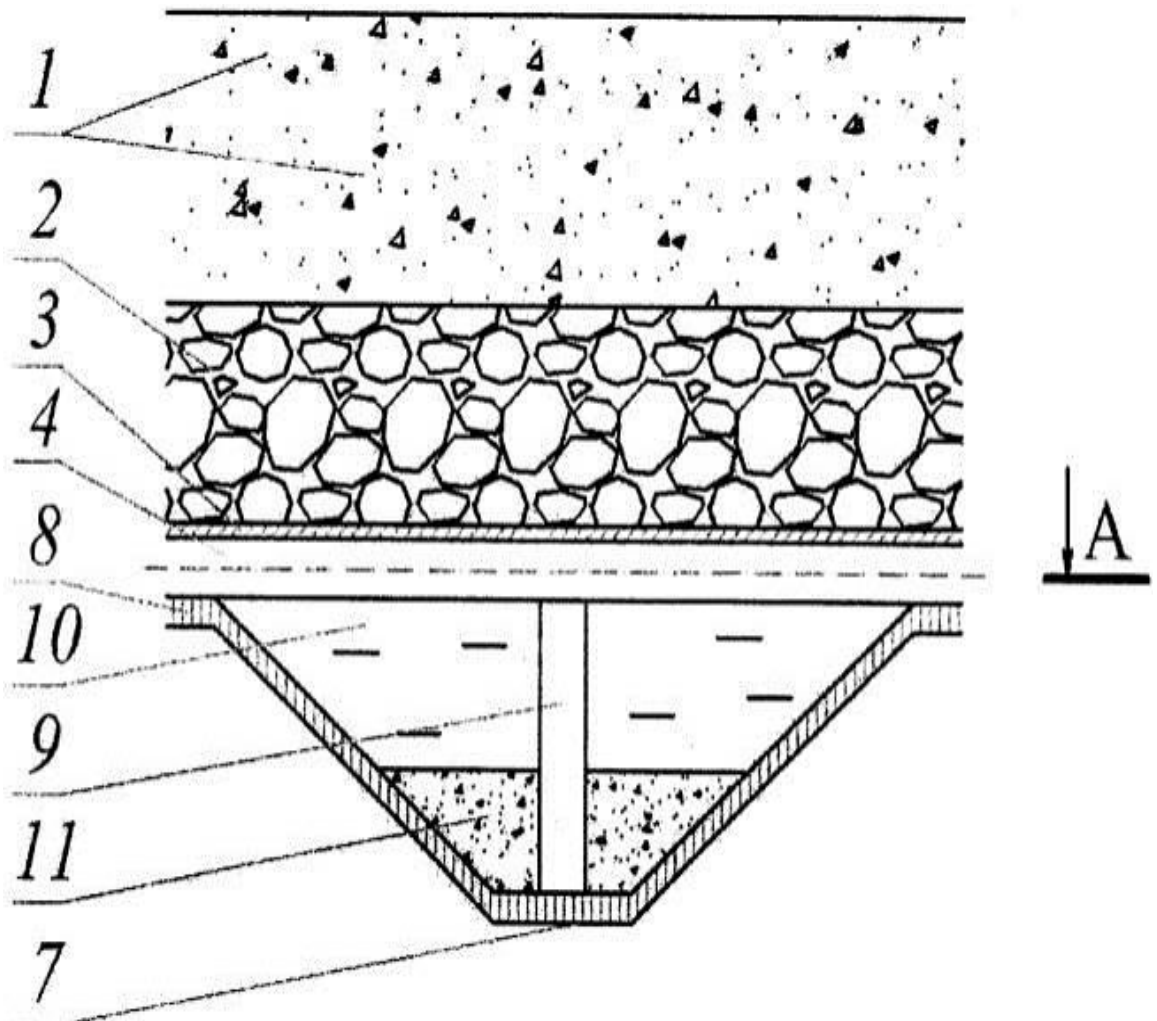


Рисунок 3.1. Схема поперечного розрізу системи відведення фільтрату дренажної системи:

- 1 – масив твердих побутових відходів; 2 – дренажний прошарок;  
 3 – полімерна сітка; 4 – перфоровані труби; 5 – отвори в перфорованих трубах; 6 – кутки; 7 – гідроізольовані секції; 8 – водотривкий екран;  
 9 – елемент опори; 10 – фільтрат; 11 – осад.

Дана система дозволяє збільшити термін ефективної експлуатації системи відведення фільтрату за рахунок запобігання замулювання дренажного прошарку (рисунок 3.2.)

Основним недоліком відомих систем є значне зниження пропускної здатності систем відведення фільтрату протягом експлуатації полігону ТПВ, обумовлене замулюванням дренажного прошарку зваженими речовинами, концентрація яких в фільтраті досягає  $1000 \text{ мг / дм}^3$ .

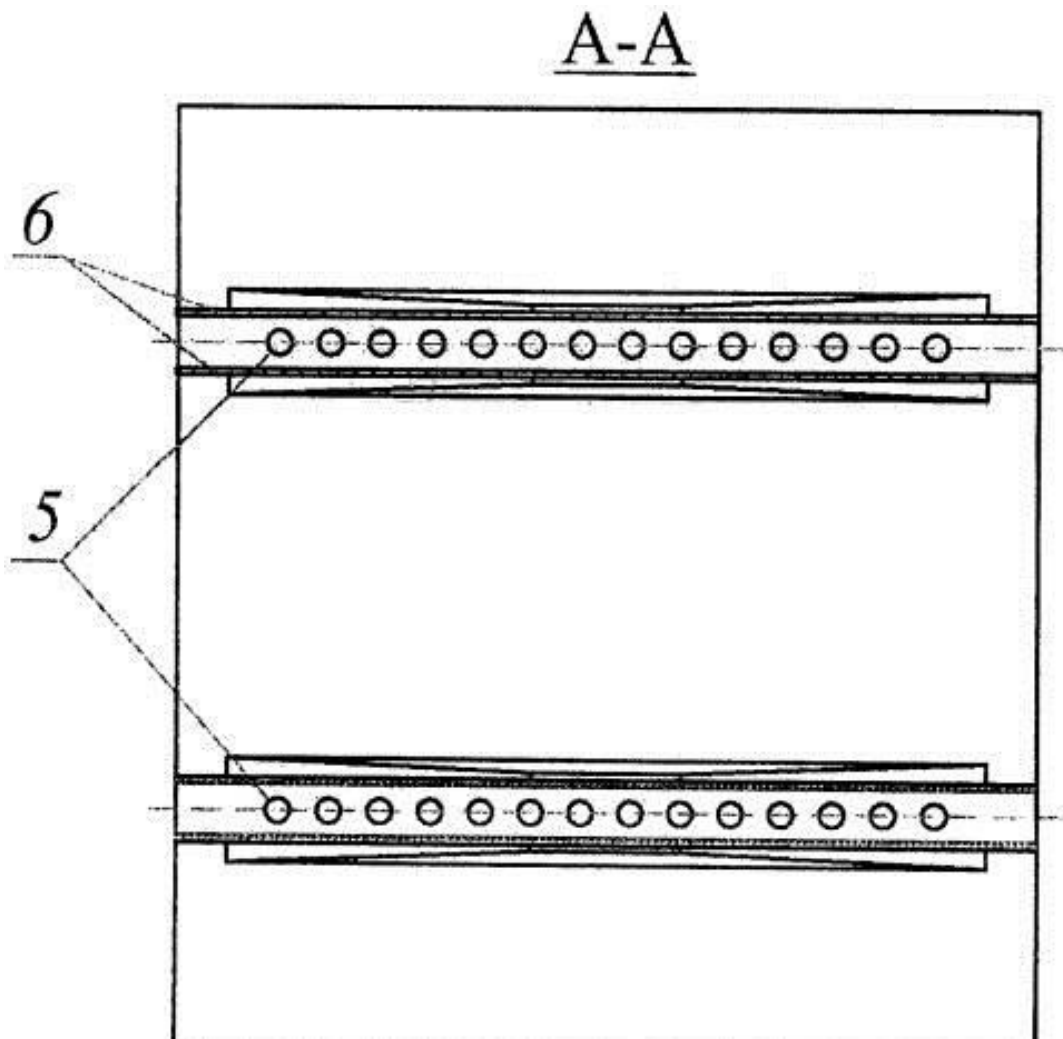


Рисунок 3.2. Поздовжній розріз перфорованих труб

Дана система дозволяє збільшити термін ефективної експлуатації системи відведення фільтрату за рахунок запобігання замулювання дренажного прошарку рисунок 3.2.

Основним недоліком відомих систем є значне зниження пропускної здатності систем відведення фільтрату протягом експлуатації полігону ТПВ, обумовлене замулюванням дренажного прошарку зваженими речовинами, концентрація яких в фільтраті досягає  $1000 \text{ мг/дм}^3$ .

Завданням запропонованої системи є підвищення пропускної спроможності системи відведення фільтрату полігону твердих побутових відходів за рахунок запобігання замулювання дренажного прошарку.

Поставлена задача вирішується тим, що система відведення фільтрату з полігону твердих побутових відходів, що містить перфоровані труби і дренажний прошарок в основі полігона, відрізняється тим, що підстава полігону твердих побутових відходів містить гідроізолювані секції, над якими розташовані перфоровані труби з отворами, орієнтованими в сторону підстави полігону.

Система пояснюється кресленнями. На рисунку 3.1. представлений поперечний розріз системи відведення фільтрату, на рисунку 3.2. представлений поздовжній розріз перфорованих труб.

Система відведення фільтрату з полігону ТПВ споруджується наступним чином. Перед розміщенням масиву ТПВ 1 підставу полігону розбивається на гідроізолювані секції 7, що покриваються водотривким екраном 8. Потім поверх основи полігона укладаються перфоровані труби 4, отвори в яких 5 орієнтоване в сторону основи полігона. Поверх перфорованих труб 4 створюється дренажний прошарок 2, виконаний з керамзиту, відокремлений від перфорованих труб 4 полімерною сіткою 3 з осередками не більше 2 см. Полімерна сітка 3 укладається для запобігання осипання дренажного прошарку 2. Перфоровані труби 4 укладаються на куточки 6, перпендикулярно до перфорованим трубах 4 встановлюється елемент опори 9 для підвищення стійкості системи відведення фільтрату до тиску розміщеного масиву ТПВ 1.

Фільтрат 10, що фільтрується з масиву ТПВ 1, проходить через дренажний прошарок 2 і накопичується в гідроізольованій секції 7 основи полігона. При накопиченні фільтрату 10 його рівень поступово підвищується і досягає перфорованих труб 4, після чого через отвори 5 і перфоровані труби 4 відводиться назовні. Зважені речовини в процесі накопичення фільтрату утворюють осад 11 на дні гідроізольованих секцій 7, а не накопичуються в дренажному прошарку 2, забезпечуючи тим самим високу пропускну здатність системи відведення фільтрату.

Заявлена система відведення фільтрату з полігону твердих побутових відходів має високу пропускну здатність, сприяє підвищенню терміну ефективної експлуатації дренажного прошарку. В результаті, дренажний прошарок не схильний до замулювання.

Система відведення фільтрату з полігону твердих побутових відходів, що містить перфоровані труби і дренажний прошарок в основі полігона, що відрізняється тим, що підстава полігону твердих побутових відходів містить гідроізольовані секції, над якими розташовані перфоровані труби з отворами, орієнтованими в сторону основи полігона.

### **3.2. Моделювання напружено-деформованого стану металевих конструкцій дренажної системи.**

Однією з найбільших проблем залишаються пожежі, які виникають на полігонах твердих побутових відходів (сміттєзвалищах), що належать до найбільш складних і тривалих, гасіння яких вимагає залучення значних ресурсів, зусиль, засобів і часу. Прогнозування та попередження пожеж на полігонах (сміттєзвалищах) вкрай ускладнено, оскільки важко визначити можливі осередки підвищення температур через різну питому теплоємність відходів. Доки вогонь або дим не вийшли на поверхню, виявити осередок загоряння візуально практично неможливо. В основному пожежі виникають

у пожежонебезпечний період влітку. Основною причиною виникнення пожеж залишається людська необачність і недбалість, нехтування правилами пожежної безпеки, необережне поводження з вогнем, порушення технологічного регламенту захоронення твердих побутових відходів. Полігони (сміттєзвалища) здатні до самозаймання, яке спричинює процес біохімічного розкладання відходів, що супроводжується підвищенням температури до 40-70 °С.

Обстановка, що може скластися під час пожеж на полігонах твердих побутових відходів:

- поширення вогню поверхнею твердих побутових відходів на робочій карті полігона та виникнення нових осередків горіння в разі сильного вітру;
- проникнення вогню у тверді побутові відходи на глибину до 2-2,5 м до ізолювального шару та утворення прогарів;
- самозагоряння твердих побутових відходів після гасіння пожежі;
- поширення вогню на сільськогосподарські угіддя та лісові масиви;
- виділення великої кількості диму та розповсюдження його на значну територію;
- наявність на окремих полігонах твердих побутових систем збирання, транспортування та накопичення біогазу;
- зсув укосів, складованих твердими побутовими відходами.

Всі ці заходи негативно впливають на навколишнє природне середовище, а також створюють несприятливе навантаження на конструкцію дренажної системи. Одним з визначальних показників, що характеризують надійність даної конструкції та її елементів у екстремальних умовах, що виникають під час пожежі, є вогнестійкість. За визначенням системи стандартів Єврокод вогнестійкість – здатність конструктивної системи, частини конструктивної системи або окремої конструкції відповідати обов'язковим вимогам (несуча здатність та/або огорожувальна здатність)



для визначеного рівня навантаження, визначеного вогневого впливу та визначеного проміжку часу.

Для визначення аварійної проектної ситуації на основі оцінки пожежного ризику необхідно визначити відповідні проектні сценарії пожежі та температурні режими, що пов'язані з ними. При цьому для конструкцій з особливим ризиком виникнення пожежі, як наслідок інших аварійних впливів, ризик необхідно розглянути при визначенні загальної концепції безпеки. Для цього необхідно визначити температурний режим пожежі. Після спалахування пожежі на полігоні твердих побутових відходів, температура середовища швидко досягає екстремальних значень – за оцінками багатьох авторів досліджень, що стосуються питань визначення вогнестійкості, розрахунковий час становить приблизно 20...30 хвилин.

Швидке підвищення температури тіла полігону після початку пожежі є основним уражальним чинником, який, зокрема призводить й до руйнування будівельних конструкцій. Натомість властивості усіх без винятку будівельних матеріалів зі зростанням їх температури змінюються у гірший бік, за рахунок чого їхня здатність боротися з навантаженнями, що за нормальних умов є цілком достатньою, суттєво знижується аж до повної втрати.

На сьогоднішній день одним із пріоритетних напрямів Плану дій «Україна-ЄС» у рамках Європейської політики добросусідства від 21.02.2005 є поступове наближення українського законодавства, норм і стандартів до відповідних документів ЄС. Засади адаптації законодавства України до законодавства ЄС визначено Законом України «Про Загальнодержавну програму адаптації законодавства України до законодавства Європейського Союзу» від 18.03.2004 [21].

Розвиток нормативної бази в Україні здійснюється з використанням досвіду Європейського Союзу відносно гармонізації законодавства України в

сфері будівництва і нормативної бази, проектування будівельних конструкцій, а також стандартів на будівельні вироби.

Основним із напрямків розвитку нормативної бази в Україні є впровадження національних стандартів, гармонізованих з Єврокодами.

У 1975 році Комісія Європейської Спільноти (ЄС) вирішила розпочати програму дій у галузі будівництва на підставі статті 95 Договору. Метою програми було усунення технічних перешкод для торгівлі та узгодження технічних умов.

У рамках цієї програми дій означена Комісія ЄС взяла на себе ініціативу встановити систему узгоджених технічних правил для проектування будівель і споруд, які на першій стадії мали слугувати альтернативою чинним національним правилам держав-членів, а зрештою мали замінити їх.

Упродовж п'ятнадцяти років Комісія ЄС за допомогою Робочого комітету, до складу якого входили представники держав-членів, вела розробку програми Єврокодів, яка призвела до публікації комплекту першого покоління Європейських кодів у 80-х роках.

У 1989 році Комісія ЄС та держави-члени ЄС та Європейської асоціації вільної торгівлі (ЄАВТ) на основі угоди між Комісією та Європейським комітетом із стандартизації (ЄКС) вирішили передати підготовку та публікацію Єврокодів ЄКС за допомогою серії Мандатів, що надало б Єврокодам у майбутньому статусу Європейського Стандарту (згідно прийнятими правилами маркуються літерами EN). Це пов'язує систему стандартів Єврокод з положеннями наступних Директив Ради і рішень Комісії ЄС щодо Європейських стандартів:

- Директиви Ради 89/106/ЕЕС щодо будівельних виробів;
- Директив Ради 93/37/ЕЕС, 92/50/ЕЕС та 89/440/ЕЕС відносно суспільних робіт та послуг і еквівалентних директив ЄАВТ, започаткованих, щоб допомогти заснуванню внутрішнього ринку).

Система стандартів Єврокод складаються з десяти кодексів, які охоплюють наступні питання:

- всі основні будівельні матеріали: бетон, сталь, дерево, камінь, цеглу і алюміній;

- всі основні аспекти проектування будівель і споруд, а саме: основи проектування конструкцій, навантаження, пожежна безпека, геотехнічне проектування, сейсмостійкість, тощо;

- широкий спектр типів конструкцій і виробів, таких як: будівлі, мости, башти і щогли, силосні башти, тощо.

Наразі налічується 58 частин Єврокодів, публікацію яких було завершено у 2007 році. За своєю структурою систему стандартів Єврокод розділено на наступні 10 груп:

- EN 1990 Єврокод: Основи проектування конструкцій;
- EN 1991 Єврокод 1: Навантаження на конструкції;
- EN 1992 Єврокод 2: Проектування бетонних конструкцій;
- EN 1993 Єврокод 3: Проектування сталевих конструкцій;
- EN 1994 Єврокод 4: Проектування сталебетонних конструкцій;
- EN 1995 Єврокод 5: Проектування дерев'яних конструкцій;
- EN 1996 Єврокод 6: Проектування кам'яних конструкцій;
- EN 1997 Єврокод 7: Геотехнічне проектування;
- EN 1998 Єврокод 8: Проектування конструкцій при сейсмічному навантаженні;
- EN 1999 Єврокод 9: Проектування алюмінієвих конструкцій.

Стандарти системи Єврокод визнають відповідальність регуляторних органів держав-членів та захищають їх право на призначення величин, які пов'язані з регулюванням питань безпеки на національному рівні там, де вони відрізняються.

Згідно спільного узгодженого рішення держав-членів ЄС та ЄАВТ стандарти Єврокодів діють як еталонні документи для таких цілей:

- доведення відповідності будівель і споруд основним вимогам Директиви Ради 89/106/ЕЕС, зокрема основній вимозі №1- Механічна стійкість та стабільність і основній вимозі №2 – Пожежна безпека;

- укладання контрактів для будівель і споруд та пов'язаних з ними інженерних послуг;

- складання узгоджених технічних специфікацій для будівельних виробів.

В стандартах системи Єврокод містяться вимоги щодо проектування будівельних конструкцій. Вони надають загальні правила проектування для практичного використання всіх конструкцій та їх компонентів, як традиційного, так і інноваційного характеру. Натомість унікальні форми конструкції або умови проектування не охоплюються і в таких випадках проектувальнику потрібен додатковий експертний розгляд.

Основними завданнями стандартів системи Єврокод є:

- забезпечити загальні критерії і методи проектування, що відповідають необхідним вимогам механічного опору, стійкості і вогнестійкості, включаючи аспекти довговічності і економії;

- забезпечити єдине розуміння процесу проектування конструкцій серед власників, проектувальників тощо;

- полегшити обмін послугами в межах будівництва між державами-учасниками;

- полегшити маркетинг і використання будівельних виробів і елементів між державами-учасниками;

- полегшити маркетинг і використання будівельної продукції;

- слугувати єдиною основою для досліджень і розробок в будівельній галузі;

- забезпечити підготовку загальних посібників для проектування та програмного забезпечення;

- підвищити конкурентоспроможність Європейських будівельних фірм, підрядчиків, проектувальників і виробників конструкцій і матеріалів на світовому ринку.

Розглянемо розрахунок конструкції на вогнестійкість, для вуглецевих сталей, із чого зроблені дренажні труби, для якої використовується спільна розрахункова модель напружено-деформованого стану цього матеріалу за різних температур.

Відповідна до цієї моделі діаграма «напруження-деформація» має вигляд, представлений на рисунку 3.3.

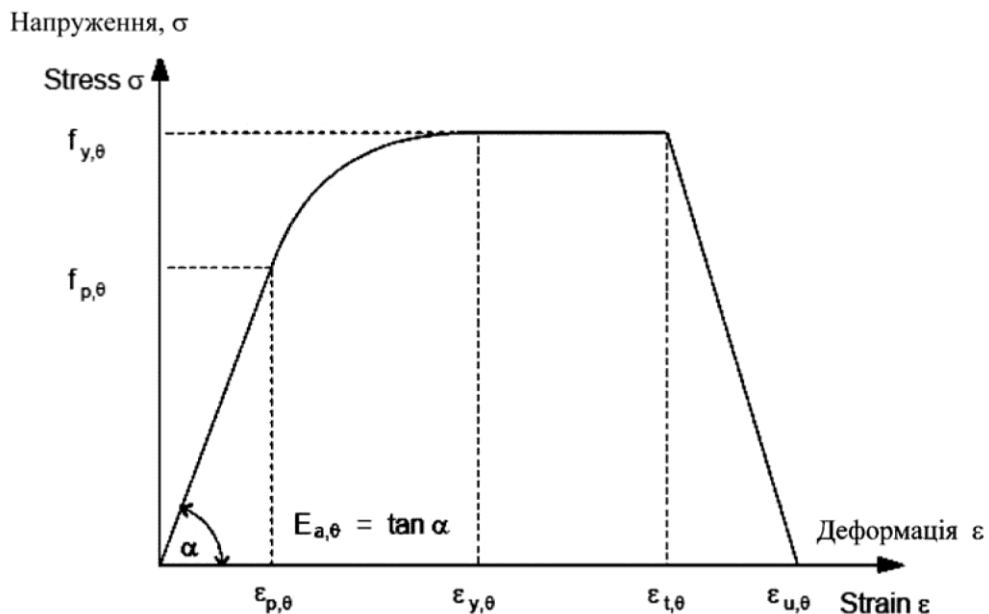


Рисунок 3.3. Діаграма «напруження-деформація» за моделлю напруженодеформованого стану згідно ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2:2010 [17]

Згідно [17] для діаграми «напруження-деформація» використовуються наступні позначення:

-  $E_{a,\theta}$  – тангенс кута нахилу лінійної пружної ділянки діаграми «напруження-деформація» сталі за підвищених температур  $\theta_a$ , який фактично є модулем

пружності матеріалу за умови нагріву матеріалу до відповідної температури та визначається з формули

$$k_{E,\theta} = \frac{E_{a,\theta}}{E_a} = \quad (3.1)$$

де  $k_{E,\theta}$  – коефіцієнт зниження для нахилу лінійної пружної ділянки;

$E_a$  – модуль пружності матеріалу за нормальної температури  $\theta_a = 20^\circ\text{C}$  ;

-  $f_{p,\theta}$  – границя пропорційності сталі, яка визначається з формули

$$k_{p,\theta} = \frac{f_{p,\theta}}{f_y} = \quad , \quad (3.2)$$

де  $k_{p,\theta}$  – коефіцієнт зниження для нахилу лінійної пружної ділянки;

$f_y$  – границя пропорційності матеріалу за нормальної температури  $\theta_a = 20^\circ\text{C}$

$f_{y,\theta}$  – розрахункова границя текучості сталі, яка визначається з формули

$$k_{y,\theta} = \frac{f_{y,\theta}}{f_y} \quad , \quad (3.3)$$

де  $k_{y,\theta}$  – коефіцієнт зниження для нахилу лінійної пружної ділянки;

$f_y$  – границя пропорційності матеріалу за нормальної температури

$\theta_a = 20^\circ\text{C}$  ;

$\varepsilon_{p,\theta}$  – деформація на границі пропорційності, яка за представленою у стандарті моделлю визначається за формулою

$$\varepsilon_{p,\theta} = \frac{f_{p,\theta}}{E_{a,\theta}} \quad (3.4)$$

$\varepsilon_{y,\theta}$  – деформація на границі текучості, за моделлю  $\varepsilon_{y,\theta} = 0,02$  ;

$\varepsilon_{t,\theta}$  – гранична деформація на границі текучості, за моделлю  $\varepsilon_{t,\theta} = 0,15$  ;

$\varepsilon_{u,\theta}$  – критична деформація, за моделлю.  $\varepsilon_{u,\theta} = 0,2$

Одразу ж слід зауважити, що наведений у стандарті [17] графік недостовірно відображає поведінку моделі, оскільки за графіком, наприклад, відстань за віссю деформації між точками 0 та  $\varepsilon_{y,\theta}$  зображена приблизно у п'ять разів більшою за своє реальне значення. Також не витримано величину відрізка між точками  $\varepsilon_{t,\theta}$  та  $\varepsilon_{u,\theta}$ . Тому використовувати зображення у якості еталону для визначення напружено-деформованого стану неможливо.

Натомість стандартом представлено розрахункову модель для побудови залежності  $\sigma(\varepsilon)$  за різних значень температури  $\theta_a$ , яка має наступний формалізований вигляд:

$$\sigma(\varepsilon) = \begin{cases} \varepsilon \cdot E_{a,\theta}, & \text{якщо } 0 \leq \varepsilon \leq \varepsilon_{p,\theta}; \\ f_{p,\theta} - c + \frac{b}{a} \left[ a^2 - (\varepsilon_{y,\theta} - \varepsilon)^2 \right]^{0,5}, & \text{якщо } \varepsilon_{p,\theta} \leq \varepsilon \leq \varepsilon_{y,\theta}; \\ f_{p,\theta}, & \text{якщо } \varepsilon_{y,\theta} \leq \varepsilon \leq \varepsilon_{t,\theta}; \\ f_{p,\theta} \left[ 1 - \frac{\varepsilon - \varepsilon_{t,\theta}}{\varepsilon_{u,\theta} - \varepsilon_{t,\theta}} \right], & \text{якщо } \varepsilon_{t,\theta} < \varepsilon < \varepsilon_{u,\theta}; \\ 0, & \text{якщо } \varepsilon = \varepsilon_{u,\theta}, \end{cases} \quad (3.5)$$

де для коефіцієнтів  $a$ ,  $b$ ,  $c$  пропонується використовувати наступні формули:

$$\begin{cases} a^2 = (\varepsilon_{y,\theta} - \varepsilon_{p,\theta}) \cdot \left( \varepsilon_{y,\theta} - \varepsilon_{p,\theta} + \frac{c}{E_{a,\theta}} \right); \\ b^2 = c \cdot (\varepsilon_{y,\theta} - \varepsilon_{p,\theta}) \cdot E_{a,\theta} + c^2; \\ c = \frac{(f_{y,\theta} - f_{p,\theta})^2}{(\varepsilon_{y,\theta} - \varepsilon_{p,\theta}) \cdot E_{a,\theta} - 2 \cdot (f_{y,\theta} - f_{p,\theta})}. \end{cases} \quad (3.6)$$

Очевидним недоліком представленої у стандарті моделі є відсутність формалізованих виразів для залежностей (3.1)-(3.3), оскільки відповідні

коефіцієнти зниження  $k_{E,\theta}$ ,  $k_{p,\theta}$ ,  $k_{y,\theta}$  задані у табличному вигляді лише для обмеженої кількості температур.

Для проміжних значень  $\theta_a$  пропонується використовувати лінійну апроксимацію за суміжними точками, однак такий підхід практично виключає можливість використання методів функціонального аналізу при моделюванні поведінки матеріалу в умовах складних термосилових навантажень. Таким чином, виникає необхідність побудови формалізованих функціональних залежностей напруження від деформації та температури. Доцільним є використання для цього методу поліноміальної апроксимації.

Апроксимація (від латинського «approximate» – «наближатися») – наближене представлення яких-небудь математичних об'єктів через інші простіші, зручніші або відоміші об'єкти. У наукових дослідженнях апроксимацію використовують для опису, аналізу, узагальнення та подальшого використання емпіричних результатів.

Обираючи метод апроксимації виходять з умов конкретної задачі дослідження. При цьому чим більш складним є рівняння, тим точніше отримують опис залежності. Однак, у більшості випадків найголовнішим є вловити загальну закономірність, аналізуючи поведінку об'єкту за наявними результатами.

Метод поліноміальної апроксимації полягає у визначенні поліному, що наближено описує шукану функцію за визначеною сукупністю її значень у деяких точках у наступному вигляді

$$f(x) \approx \sum_{i=0}^n a_i \cdot x^i \quad (3.7)$$

де  $n$  – ступінь апроксимуючого поліному, який у загальному випадку менший на одиницю за кількість отриманих результатів спостережень. Однак, у деяких випадках він може приймати й менші значення, якщо шукана функція є із самого початку поліноміальною.



Розглянемо інтегральну модель напружено-деформованого стану сталевих елементів на прикладі поліноміальної апроксимації.

За результатами прямої поліноміальної апроксимації значення коефіцієнта  $k_{E,\theta}$  отримаємо функцію у вигляді:

$$k_E(\theta_a) = 45,898 - 1,286 \cdot \theta_a + 0,015 \cdot \theta_a^2 - 9,705 \cdot 10^{-5} \cdot \theta_a^3 + \\ + 3,874 \cdot 10^{-5} \cdot \theta_a^3 - 1,017 \cdot 10^{-7} \cdot \theta_a^4 + \\ + 1,807 \cdot 10^{-12} \cdot \theta_a^5 - 2,189 \cdot 10^{-15} \cdot \theta_a^6, \quad (3.8)$$

яка втім не є точною, оскільки дає занадто великі відхилення у діапазонах значень 100...300 °С та 1000...1200 °С

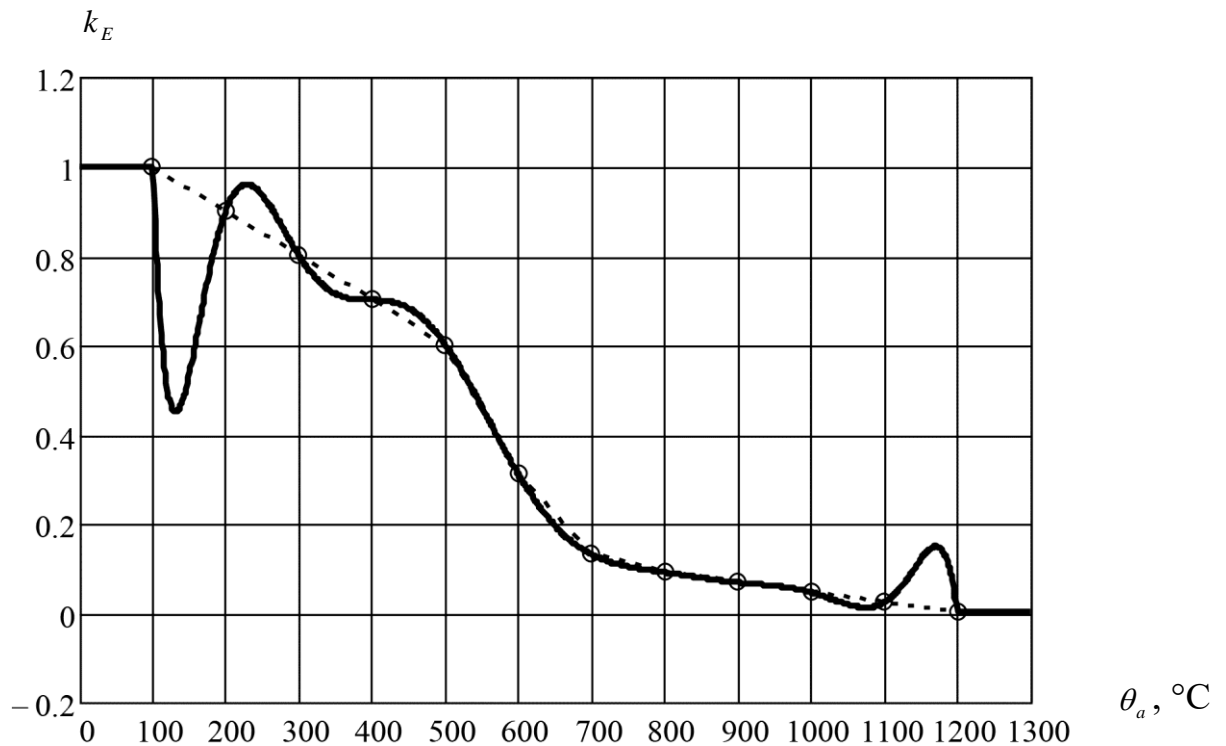


Рисунок 3.4. – Результати апроксимації набору значень  $k_{E,\theta}$  спільною кривою

Натомість аналіз вихідних значень коефіцієнту  $k_{E,\theta}$  вказує на можливість виділення в них окремих сукупностей, переходи між якими пов'язані, скоріш за все із фазовими перетвореннями:

горизонтальна ділянка у діапазоні температур 20...100 °С із  $k_{E,\theta} = 1$ ;

прямолінійна нахилена ділянка у діапазоні температур 100...500 °С;

криволінійна перехідна ділянка у діапазоні температур 500...800 °С;

прямолінійна нахилена ділянка у діапазоні температур 800...1200 °С.

Отже при побудові апроксимуючих залежностей доцільним є розподілити функції між цими ділянками. З використанням такого підходу було отримано функціональну залежність коефіцієнту зниження нахилу лінійної пружної ділянки від температури у наступному формалізованому вигляді

$$k_E(\theta_a) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } \theta_a \leq 100 \text{ }^\circ\text{C}; \\ \left(1,1 - 1 \cdot 10^{-3} \cdot \theta_a\right), & \text{якщо } 100 \text{ }^\circ\text{C} < \theta_a \leq 500 \text{ }^\circ\text{C}; \\ \left(-112,92 + 0,919 \cdot \theta_a - 3,01 \cdot 10^{-3} \cdot \theta_a^2 + \right. \\ \quad \left.+ 5,128 \cdot 10^{-6} \cdot \theta_a^3 - 4,816 \cdot 10^{-9} \cdot \theta_a^4 + \right. \\ \quad \left.+ 2,371 \cdot 10^{-12} \cdot \theta_a^5\right), & \text{якщо } 500 \text{ }^\circ\text{C} < \theta_a \leq 800 \text{ }^\circ\text{C}; \\ \left(0,27 - 2,25 \cdot 10^{-4} \cdot \theta_a\right), & \text{якщо } 800 \text{ }^\circ\text{C} < \theta_a < 1200 \text{ }^\circ\text{C}; \\ 0, & \text{якщо } \theta_a > 1200 \text{ }^\circ\text{C}. \end{cases} \quad (3.9.)$$

Графік отриманої залежності представлено на рисунку 3.5.

Аналогічно попередній залежності вихідні значення коефіцієнту  $k_{p,\theta}$  було розділено на наступні сукупності:

горизонтальна ділянка у діапазоні температур 20...100 °С із  $k_{p,\theta} = 1$ ;

нахилена ділянка малої кривизни у діапазоні температур 100...400 °С;

перехідна криволінійна ділянка у діапазоні температур 400...500 °С;

криволінійна ділянка у діапазоні температур 500...900 °С;

прямолінійна нахилена ділянка у діапазоні температур 900...1200 °С.

Отримана функціональна залежність коефіцієнту зниження границі пропорційності від температури має наступний формалізований вигляд (рисунок 3.5.).

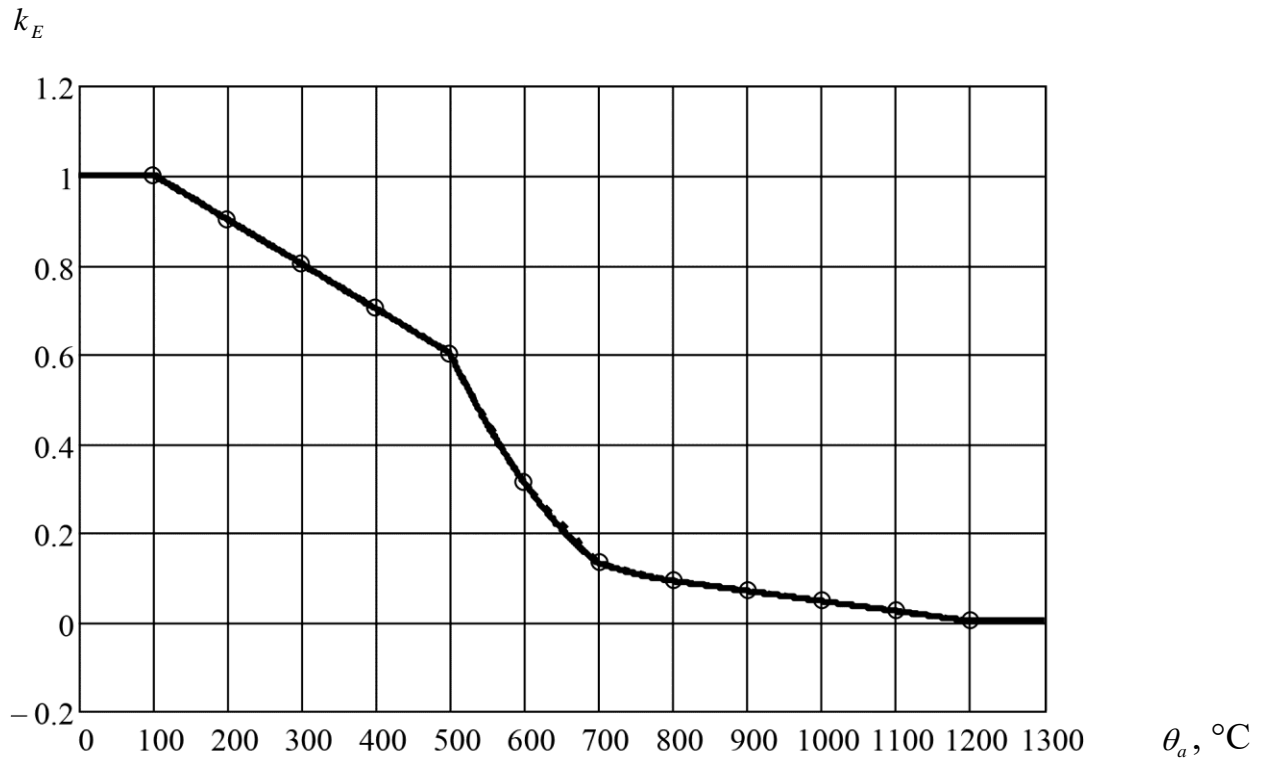


Рисунок 3.5. – Графік апроксимуючої залежності  $k_E(\theta_a)$

$$k_p(\theta_a) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } \theta_a \leq 100 \text{ }^\circ\text{C}; \\ \left(1,19 - 1,878 \cdot 10^{-3} \cdot \theta_a - 2,5 \cdot 10^{-7} \cdot \theta_a^2 + \right. \\ \quad \left. + 3,333 \cdot 10^{-10} \cdot \theta_a^3\right), & \text{якщо } 100 \text{ }^\circ\text{C} < \theta_a \leq 400 \text{ }^\circ\text{C}; \\ \left(4,52 - 0,026 \cdot \theta_a + 5,725 \cdot 10^{-5} \cdot \theta_a^2 - \right. \\ \quad \left. - 4,217 \cdot 10^{-8} \cdot \theta_a^3\right), & \text{якщо } 400 \text{ }^\circ\text{C} < \theta_a \leq 500 \text{ }^\circ\text{C}; \\ \left(-54,63 + 0,449 \cdot \theta_a - 1,478 \cdot 10^{-3} \cdot \theta_a^2 + \right. \\ \quad \left. + 2,525 \cdot 10^{-6} \cdot \theta_a^3 - 2,374 \cdot 10^{-9} \cdot \theta_a^4 + \right. \\ \quad \left. + 1,169 \cdot 10^{-12} \cdot \theta_a^3\right), & \text{якщо } 500 \text{ }^\circ\text{C} < \theta_a \leq 900 \text{ }^\circ\text{C}; \\ \left(0,15 - 1,25 \cdot 10^{-4} \cdot \theta_a\right), & \text{якщо } 900 \text{ }^\circ\text{C} < \theta_a < 1200 \text{ }^\circ\text{C}; \\ 0, & \text{якщо } \theta_a \geq 1200 \text{ }^\circ\text{C}. \end{cases} \quad (3.10.)$$

Графік отриманої залежності представлено на рисунку 3.6.

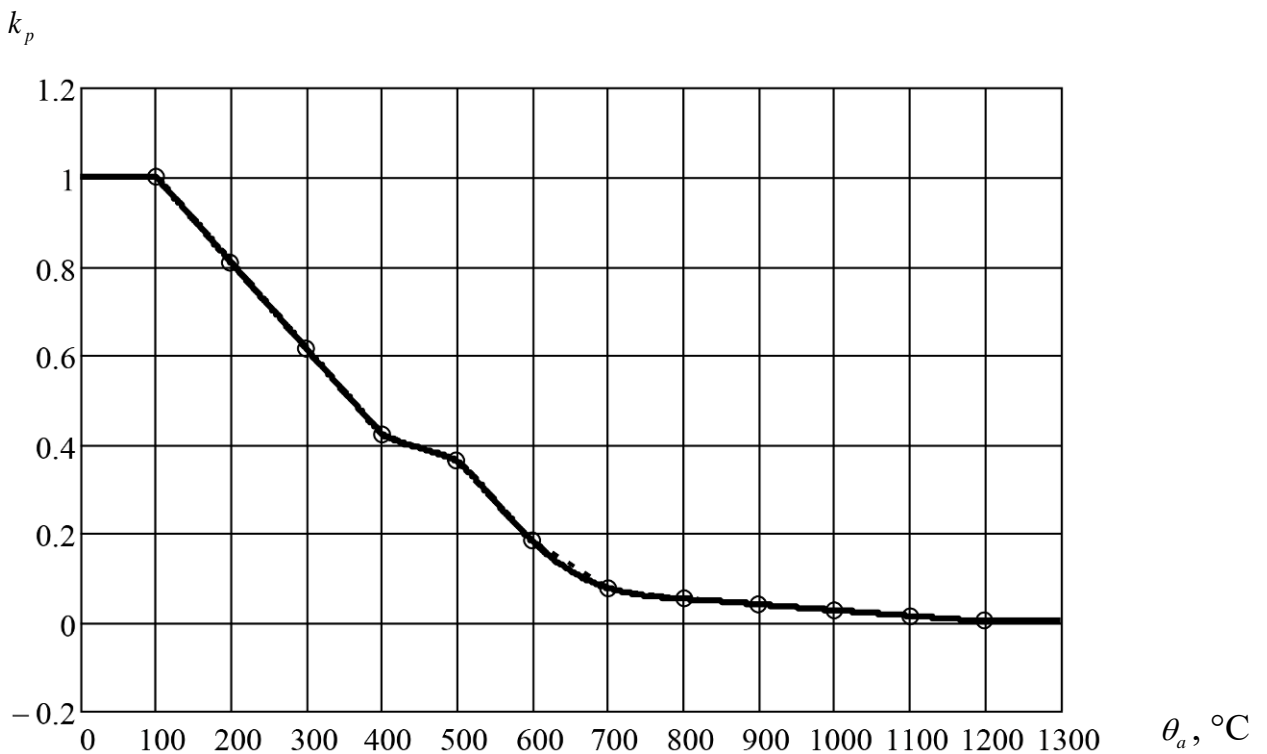


Рисунок 3.6. – Графік апроксимуючої залежності  $k_p(\theta_a)$

Вихідні значення коефіцієнту  $k_{y,\theta=}$  мають набагато більш гладкий характер розподілу, що можна пояснити, зокрема, тим, що падіння значень починається при більших температурах – 100 °С. Тому при аналізі було виділено лише три сукупності:

горизонтальна ділянка у діапазоні температур 20...400 °С із  $k_{y,\theta=1}$

криволінійна ділянка у діапазоні температур 400...900 °С;

прямолінійна нахилена ділянка у діапазоні температур 900...1200 °С.

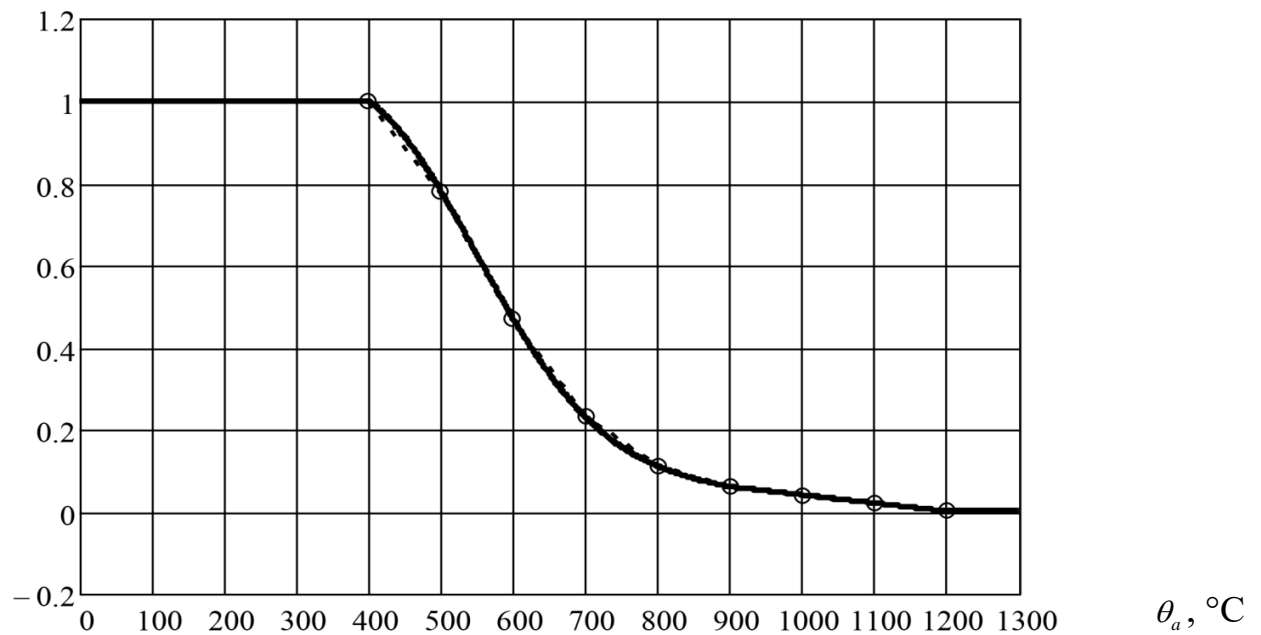
Отримана функціональна залежність коефіцієнту зниження границі текучості від температури має наступний формалізований вигляді

$$k_y(\theta_a) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } \theta_a \leq 400 \text{ }^\circ\text{C}; \\ \left( 24,57 - 0,278 \cdot \theta_a + 1,351 \cdot 10^{-3} \cdot \theta_a^2 - \right. \\ \quad \left. - 3,485 \cdot 10^{-6} \cdot \theta_a^3 + 5,138 \cdot 10^{-9} \cdot \theta_a^4 - \right. \\ \quad \left. - 4,36 \cdot 10^{-12} \cdot \theta_a^5 + \right. \\ \quad \left. + 1,986 \cdot 10^{-15} \cdot \theta_a^6 \right), & \text{якщо } 400 \text{ }^\circ\text{C} < \theta_a \leq 900 \text{ }^\circ\text{C}; \\ \left( 0,24 - 2 \cdot 10^{-4} \cdot \theta_a \right), & \text{якщо } 900 \text{ }^\circ\text{C} < \theta_a < 1200 \text{ }^\circ\text{C}; \\ 0, & \text{якщо } \theta_a \geq 1200 \text{ }^\circ\text{C}. \end{cases} \quad (3.11)$$

Графік отриманої залежності представлено на рисунку 3.7.

Єдиною перешкодою для побудови моделі є відсутність функціональних залежностей для параметрів (3.1)-(3.3). З використанням отриманих функцій (3.9)-(3.11) виконуємо наступні перетворення:

з (3.1)-(3.3) отримуємо:

$k_p$ Рисунок 3.7. – Графік апроксимуючої залежності  $k_y(\theta_a)$ 

$$E_{a,\theta} = E_a(\theta_a) = E_a \cdot k_E(\theta_a); \quad (3.12)$$

$$f_{p,\theta} = f_p(\theta_a) = f_y \cdot k_p(\theta_a); \quad (3.13)$$

$$f_{y,\theta} = f_y(\theta_a) = f_y \cdot k_y(\theta_a) \quad ; \quad (3.14)$$

з (3.4) отримуємо

$$\varepsilon_{p,\theta} = \varepsilon_p(\theta_a) = \frac{f_p(\theta_a)}{E_a(\theta_a)} = \frac{f_y \cdot k_p(\theta_a)}{E_a \cdot k_E(\theta_a)}; \quad (3.15)$$

з (3.5) отримуємо з урахуванням чисельних значень границь деформацій

$$\sigma(\varepsilon, \theta_a) = \begin{cases} \varepsilon \cdot E_a \cdot k_E(\theta_a), & \text{якщо } 0 \leq \varepsilon \leq \frac{f_y}{E_a} \cdot \frac{k_p(\theta_a)}{k_E(\theta_a)}; \\ \left( f_y \cdot k_p(\theta_a) - c(\theta_a) + \right. \\ \left. + \frac{b(\theta_a)}{a(\theta_a)} \left[ a(\theta_a)^2 - (0,02 - \varepsilon)^2 \right]^{0,5} \right), & \text{якщо } \frac{f_y}{E_a} \cdot \frac{k_p(\theta_a)}{k_E(\theta_a)} \leq \varepsilon \leq 0,02; \\ f_y \cdot k_p(\theta_a), & \text{якщо } 0,02 \leq \varepsilon \leq 0,15; \\ f_y \cdot k_p(\theta_a) \cdot \left[ 1 - \frac{\varepsilon - 0,15}{0,2 - 0,15} \right], & \text{якщо } 0,15 < \varepsilon < 0,2; \\ 0, & \text{якщо } \varepsilon = 0,2, \end{cases} \quad (3.16)$$

де залежності коефіцієнтів  $a(\theta_a)$ ,  $b(\theta_a)$ ,  $c(\theta_a)$  від температури з використанням (3.6) після підстановки виразу (3.15) та перетворень з урахуванням того, що  $\varepsilon_{y,\theta} = 0,02$ , отримують вигляд:

Як можна бачити, для використання побудованої математичної моделі (3.16)-(3.17) при дослідженні поведінки вуглецевої сталі під дією факторів комплексного термосилового навантаження необхідно задати лише значення двох констант (у МПа), що визначають фізико-механічні властивості матеріалу за нормальної температури: модуль пружності  $E_a$ , МПа та границю текучості  $f_y$ , МПа. Температуру  $\theta_a$  слід визначати у градусах Цельсія  $^{\circ}\text{C}$ .

$$\begin{cases} a(\theta_a) = \frac{\sqrt{(0,02 \cdot E_a \cdot k_E(\theta_a) - f_y \cdot k_p(\theta_a)) \cdot (0,02 \cdot E_a \cdot k_E(\theta_a) - f_y \cdot k_p(\theta_a) + c(\theta_a))}}{E_a \cdot k_E(\theta_a)}; \\ b(\theta_a) = \sqrt{c(\theta_a) \cdot (0,02 \cdot E_a \cdot k_E(\theta_a) - f_y \cdot k_p(\theta_a)) + c^2(\theta_a)}; \\ c(\theta_a) = \frac{f_y^2 \cdot (k_y(\theta_a) - k_p(\theta_a))^2}{(0,02 \cdot E_a \cdot k_E(\theta_a) - f_y \cdot k_p(\theta_a)) - 2 \cdot f_y \cdot (k_y(\theta_a) - k_p(\theta_a))}. \end{cases} \quad (3.17)$$

Відносні деформації  $\varepsilon$  – у безрозмірному вираженні. Отримувані значення напружень за визначених одиниць вимірювання визначаються у МПа.

Для перевірки придатності запропонованої моделі було використано дані для матеріалу сталь СтЗсп, що використовується, зокрема, для виготовлення арматури у залізобетонних конструкціях. Значення констант для підстановки у модель згідно сортаменту для цієї сталі наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2. Фізико-механічні властивості сталі СтЗсп (арматура)

| Назва характеристики    | Значення за нормальної температури, МПа |
|-------------------------|---|
| Модуль пружності $E_a$  | $1,94 \cdot 10^5$                       |
| Границя текучості $f_y$ | 235                                     |

Діаграми «напруження-деформація» для сталі СтЗсп за фіксованих у [24-26] значень температур та коефіцієнтів зниження показані на рисунку 3.8. За моделюючими залежностями (3.16)-(3.17) було побудовано тривимірний графік показаний на рисунку 3.8.

Як можна побачити, діаграми «напруження-деформація», зображені на рисунках 3.8 та 3.9 співпадають, а отже дискретна модель з Єврокоду та запропонована у представлений роботі модель відповідають одна одній.

Використання запропонованої інтегральної математичної моделі напружено-деформованого стану сталевих елементів будівельної конструкції під дією складного термосилового навантаження дозволяє перейти до розгляду поведінки елементів сталевих несучих конструкцій будівель та споруд у тривимірному просторі «температура – деформація- напруження», що надає можливість вирішувати різноманітні задачі аналізу поведінки під час пожежі сталевих елементів, зокрема:



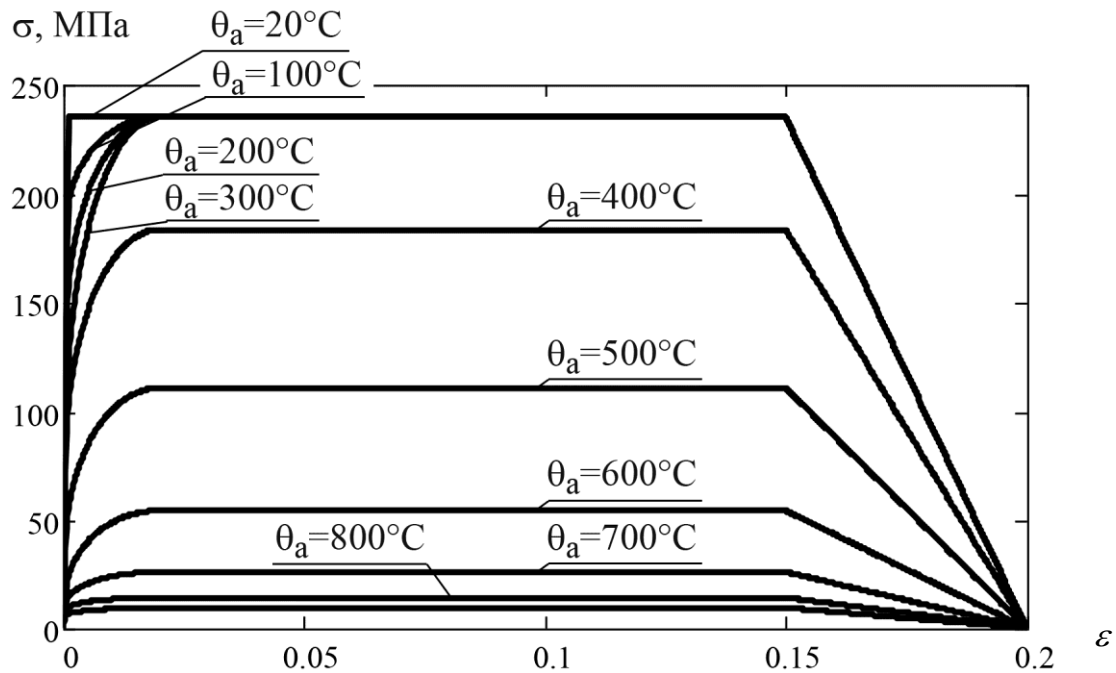


Рисунок 3.8. – Діаграми «напруження-деформація» для сталі Ст3сп за даними [24-26]

– визначення зон різних рівнів напружень, а також кривих еквінапружених станів вуглецевої сталі за значенням  $\sigma = const$  – приклад побудови зон та кривих для сталі Ст3сп показано на рисунку 3.10;

- перевірка виконання умов міцності за різних комбінацій значень температури, деформації та напруження в умовах пожежі;

визначення безпечних зон рівнів напружень за отриманими результатами

- оцінювання з урахуванням конструктивних особливостей елементів та будівельних конструкцій в цілому;

- розробка безпечних режимів розвантаження сталевих елементів несучих конструкцій будівель та споруд, які піддавалися впливу факторів пожежі, у вигляді керуючих залежностей між деформацією та температурою, яких необхідно дотримуватися, щоб запобігти руйнуванню.

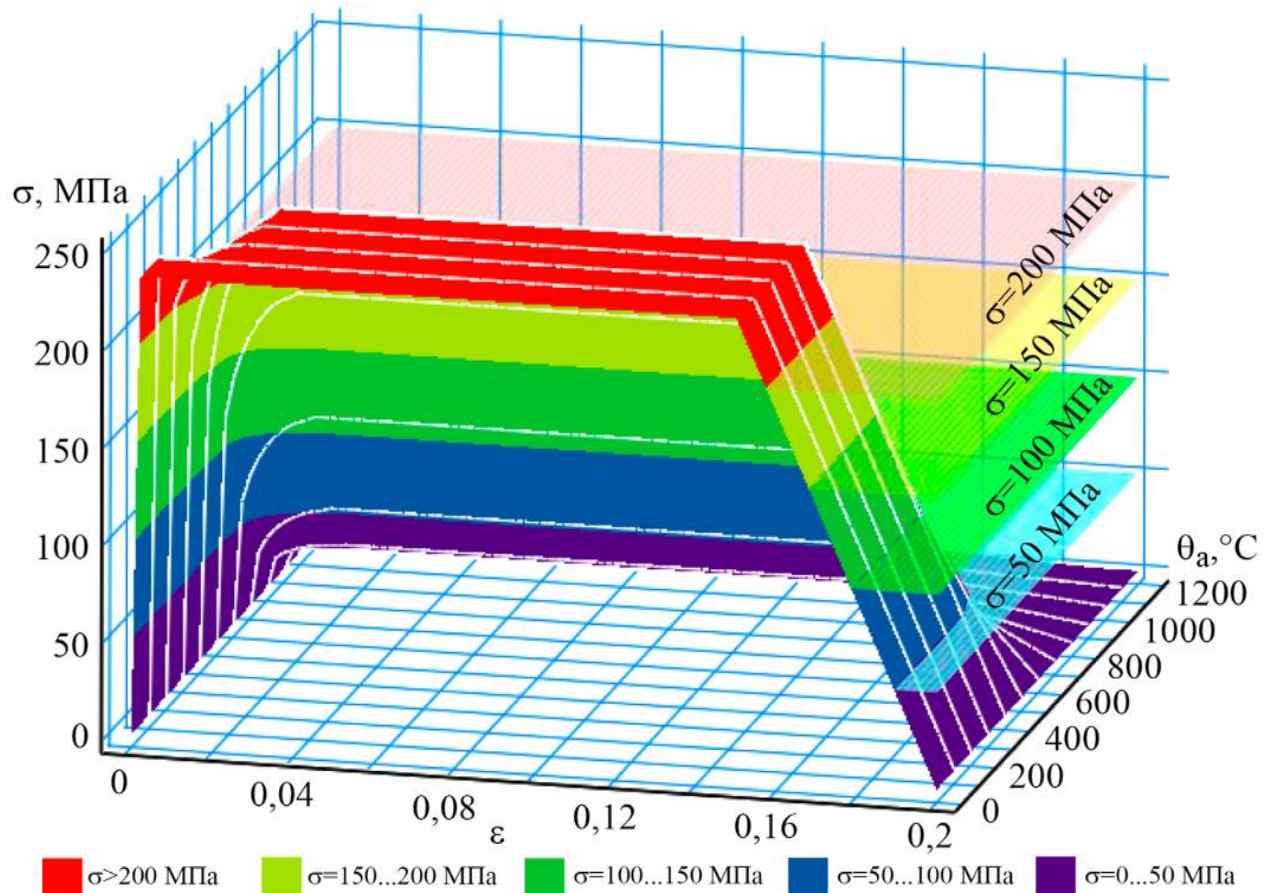


Рисунок 3.9. – Графік залежності  $\sigma(\epsilon, \theta_a)$  для сталі Ст3сп (діаграми  
напруження-деформація»

Беззаперечною перевагою отриманої інтегральної математичної моделі напружено-деформованого стану є можливість застосування для вирішення задач міцності добре відомого математичного апарату диференціального числення, що у свою чергу дозволяє говорити про перспективу розробки підходів до вирішення задач оптимального управління безпекою під час надзвичайних ситуацій, обумовлених пожежами.

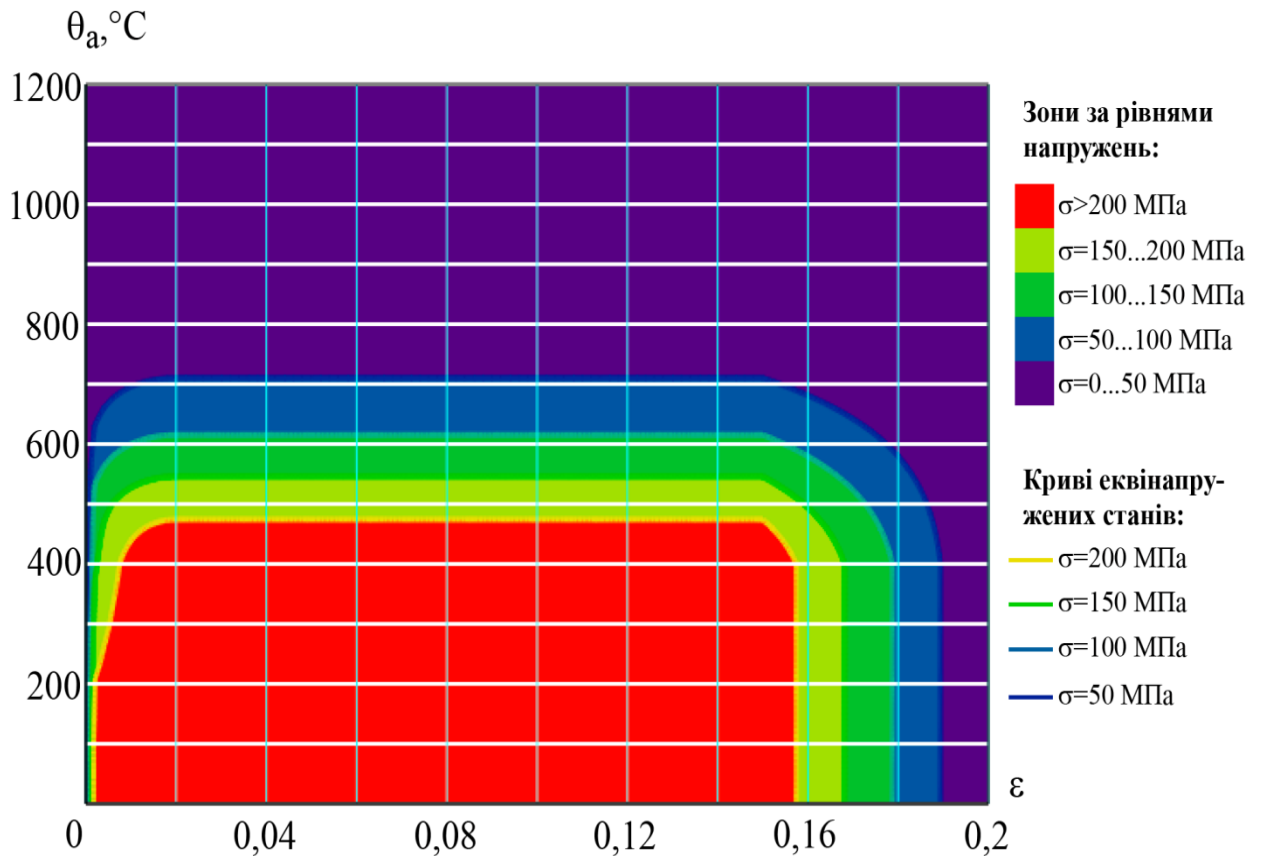


Рисунок 3.10. Побудова зон за рівнями напружень та кривих еквінапружених станів сталі СтЗсп (арматура) за моделлю  $\sigma(\varepsilon, \theta_a)$

Розроблена модель була представлена на Всеукраїнському конкурсі студентський наукових робіт де отримала визнання та призове місце.

Також результати роботи отримали схвалення фахівців ТОВ «УМВЕЛЬТ Бахмут» (див. ДОДАТОК А)

Результати дослідження неодноразово доповідалися на наукових конференціях:

- Моделювання напружено-деформованого стану сталевих елементів несучих конструкцій під час пожежі. Конкурсна робота, третє місце у II турі, 2016 рік, м. Харків.

- Аналіз сучасного стану проблеми видалення фільтрату на полігонах ТПВ Донецької області, 2020 рік, м. Харків.

Опубліковані у вигляді 2 тез доповідей (див. Додаток А).

### Висновки до розділу 3

1. У даному розділі запропоновану конструкцію дренажної системи, для відводу фільтрату з полігону твердих побутових відходів «Умвельт Бахмут»

Було досліджено сучасні підходи до забезпечення надійності роботи конструкції дренажної системи в екстремальних умовах, спричинених дією факторів пожежі, представлені у системі стандартів Єврокод. За результатами аналізу встановлено неможливість використовувати запропоновані для розрахунку методи для аналізу динаміки механічних процесів в сталених конструкціях під дією складного термосилового навантаження.

2. Побудовано інтегральну математичну модель напружено-деформованого стану елемента дренажної конструкції, виготовленого з вуглецевої сталі, у вигляді функціональної залежності значення напруження від величин температури та відносної деформації, що виникають в елементі.

3. Встановлено придатність запропонованої моделі для вирішення задач аналізу динаміки зміни напружено-деформованого стану сталевих елементів дренажної системи, що знаходяться під дією складного термосилового навантаження в умовах пожежі, а також під час ліквідації її наслідків. Результати розрахункових експериментів можуть бути використані для визначення безпечних режимів роботи несучих конструкцій з метою запобігання їх руйнуванню.

## **РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ І ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ.**

Оцінка негативного впливу на навколишнє природне середовище базується на двох основних альтернативних підходах. Перший враховує фактичну (по можливості – повну) оцінку завданого збитку, другий – попередні витрати на запобігання можливих збитків. Перший тип оцінок визначає фактичні збитки чи витрати, спрямовані на ліквідацію негативних наслідків дії на навколишнє середовище, другий – на потенційні збитки внаслідок негативного впливу. Робота над ліквідацією заздалегідь передбачених збитків прогнозує впровадження різного виду захисних заходів щодо недопущення збитків .

Метою еколого-економічної оцінки є:

- попередження негативного впливу проектів на навколишнє середовище;
- комплексне еколого-економічне обґрунтування проектів будівництва або реконструкції підприємств.

Проектвані об'єкти мають відповідати всім діючим на час проектування стандартам і положенням з екології виробництва (наприклад, «Санітарним нормам проектування промислових підприємств», «Правилам встановлення допустимих викидів речовини промисловими підприємствами» та ін.).

Важливою умовою еколого-економічної оцінки порівняння витрат на нове будівництво з базовими останніми показниками кращих підприємств у галузі. База в кожному конкретному проекті визначається індивідуально.

Суми податку обчислюються за податковий (звітний) квартал платниками податку. У разі якщо під час провадження господарської діяльності платником податку здійснюються різні види забруднення навколишнього природного середовища та/або забруднення різними видами

забруднюючих речовин, такий платник зобов'язаний визначати суму податку окремо за кожним видом забруднення та/або за кожним видом забруднюючої речовини.

Визначається економічний ефект від капітальних вкладень. На основі порівняння з базовим підприємством визначається величина витрат і розраховується економічний ефект.

#### 4.1. Розрахунок капіталовкладень.

При розрахунку капіталовкладень на введення змін враховуються ціни на матеріали, устаткування, монтажні роботи. Витрати на матеріали та устаткування наведені у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 Витрати на матеріали та устаткування

| Найменування   | Вартість, грн |
|--|---------------|
| Витрати  |               |
| Установка (включає в себе 4 гідроциклони, блок сорбції, блок зворотнього осмосу, насоси, електроустановка) | 1 800 000     |
| Дренажна система   | 2 400 000     |
| Проведення досліджень  | 20 000        |
| Проектна документація  | 12 000        |
| Підготовка території   | 150 000       |
| Будівельно монтажні роботи   | 800 000       |
| Разом:   | 5 182 000     |

Експлуатаційні витрати на реагенти для сорбційного очищення:

1. На рік потрібно 100 т активованого вугілля, а оскільки 1 тона коштує: 15 000 грн

$$C = 100 \times 15\,000 = 1\,500\,000 \text{ грн.} \quad (4.1.)$$

Розрахунок податку за скид в каналізаційну мережу

Нормативи плати за скид понаднормативних забруднень у системи каналізації населених пунктів установлюються в місцевих правилах приймання на рівні виробничої собівартості очищення 1 куб. м стічних вод з умістом забруднень у межах установлених в місцевих правилах приймання допустимих концентрацій забруднюючих речовин [27].

Дану суму розраховують за формулою 4.1:

$$П = T \cdot V_{\text{дог}} + 5 \cdot T \cdot V_{\text{пдог}} + V_{\text{пз}} \cdot K_k \cdot N_{\text{п}} \quad (4.2.)$$

де  $T$  – тариф, установлений за надання послуг водовідведення, грн./м<sup>3</sup>;

$V_{\text{дог}}$  – обсяг скинутих стічних вод у межах, обумовлених договором, м<sup>3</sup>;

$V_{\text{пдог}}$  – обсяг скинутих стічних вод понад обсяги, обумовлені договором, м<sup>3</sup>;

$V_{\text{пз}}$  – обсяг скинутих Підприємством стічних вод з понаднормативними забрудненнями, м<sup>3</sup>;

$K_k$  – коефіцієнт кратності, який враховує рівень небезпеки скинутих забруднень для технологічних процесів очищення стічних вод та екологічного стану водойми (За скид конденсату, дощового та дренажного стоку при роздільній системі каналізації, скид речовин, заборонених до скиду в міську каналізацію тощо –  $K_k = 5$ .);

$N_{\text{п}}$  – встановлений норматив плати за скид понаднормативних забруднень у систему каналізації, грн./м<sup>3</sup>.

$$П = 11,8 \cdot 36500 + 5 \cdot 0 \cdot 36500 \cdot 5 \cdot 12 = 25\,842\,000 \quad (4.3.)$$

Визначити повну суму витрат на виплату екологічного податку неможливо через те, що не відомо повний склад фільтрату полігону та об'єм його, що потрапляє безпосередньо у водні об'єкти.

Величина плати за скид дощових (снігових) та поливо-миєчних стічних вод у міську дощову каналізаційну мережу ( $П_c$ ) розраховується власником згідно державної Інструкції за формулою:

Величину плати за скид стічних вод у систему централізованого водовідведення виробника ( $P_c$ ) розраховує виробник за формулою

$$P_c = T \cdot Q_d + 5T \cdot Q_{pd} + K_k \cdot T \cdot Q_{pz} \quad (4.3.)$$

- $T$  - тариф, встановлений за надання послуг централізованого водовідведення споживачам, віднесеним до відповідної категорії, грн/м<sup>3</sup>;
- $Q_d$  - об'єм скинутих споживачем стічних вод у межах, обумовлених договором, м<sup>3</sup>;
- $Q_{pd}$  - об'єм скинутих споживачем стічних вод понад обсяги, обумовлені договором, м<sup>3</sup>;
- $Q_{pz}$  - об'єм скинутих споживачем стічних вод з понаднормативними забрудненнями, м<sup>3</sup>;
- $K_k$  - коефіцієнт кратності, який враховує рівень небезпеки скинутих забруднень для технологічних процесів очищення стічних вод та екологічного стану водойми.

У разі виявлення залпового скиду забруднюючої речовини застосовується коефіцієнт кратності  $K_k = 20$ .

У разі відхилення показника рН від установлених меж від 0,5 до 1,5 одиниць включно застосовується  $K_k = 2$ ; від 1,5 до 2 одиниць –  $K_k = 5$ ; від 2 та більше одиниць –  $K_k = 10$ .

У разі перевищення відношення  $XСК/БСК_5 \leq 2,5$  коефіцієнт кратності визначають за формулою

$$K_k = \frac{XСК}{2,5 \cdot БСК_5} - 1 \quad (4.4.)$$

де  $XСК$  - хімічне споживання кисню;

$БСК_5$  - біохімічне споживання кисню протягом п'яти діб.



У разі скиду стічних вод з температурою вище ніж 40oC або скиду тільки мінеральних солей застосовується  $K_k = 2$ .

У разі виявлення факту порушення інших загальних вимог (скид конденсату, дощового та дренажного стоку при роздільній системі каналізації, скид речовин, заборонених до скидання до системи централізованого водовідведення, тощо) застосовується  $K_k = 5$ .

У разі виявлення виробником під час контролю якості стічних вод, що скидають споживачі, перевищення фактичної концентрації одного виду забруднення ( $C_f$ ) понад установлену Правилами користування та місцевими правилами приймання допустимою концентрацією (ДК) коефіцієнт кратності ( $K_k$ ) для розрахунку плати за скид понаднормативних забруднень визначають за формулою

$$K_k = \frac{C_f}{ДК} - 1 \quad (4.5.)$$

Фінасові заходи передбачені для впровадження системи очистки та дренажної системи, можна запровадити в разі залучення інвесторів. Також можна подати проект до Департаменту екології та природних ресурсів Донецької обласної державної адміністрації, або подати до програми соціального та економічного розвитку Бахмутської міської ради щодо виділення коштів на впровадження зазначеної системи очистки фільтрату та монтажу дренажної системи.

#### **Висновки до розділу 4**

Загальна вартість впровадження данної системи становить 5 182 000 грн. та закупівля активовано вугілля для очищення у блоці сорбції 1 500 000 грн. Фінасові заходи передбачені для впровадження системи очистки та дренажної системи, можливо реалізувати в разі залучення інвесторів. Одним

із кроків є подання проекту до Департаменту екології та природних ресурсів Донецької обласної державної адміністрації, або подання до програми соціального та економічного розвитку Бахмутської міської ради щодо виділення коштів на впровадження зазначеної системи очистки фільтрату та монтажу дренажної системи.

## ВИСНОВКИ

1. В роботі було проведено оцінку негативного впливу Бахмутського полігону твердих побутових відходів, розташованого в місті Бахмут, Донецької області, на довкілля. Зокрема, було встановлено, що на полігоні ТПВ відсутні будь-які засоби та заходи поводження з утвореним фільтратом, накопиченим біогазом, та розльотом легкого сміття на прилеглу територію. Для зменшення впливу фільтрату на НПС є можливим розроблення заходів передбачених керівними документами, проте можливе застосування і інших методів, засобів, які було б вигідніше запровадити у діяльності.

2. Проведено відбір проб води у складі із екологічною інспекцією в 5 місцях, які зображені на рисунку 2.1. Результати, отримані після проведення лабораторного дослідження, показали значне перевищення ГДК речовин у воді, що в свою чергу потребує впровадження на полігоні ТПВ систем очищення фільтрату.

Розроблено рекомендації щодо нейтралізації негативного впливу Бахмутського полігону ТПВ на довкілля. Запропоновано дві схеми очищення фільтрату із полігону ТПВ, загальну та локальну. Було запропоновано конструкцію дренажної системи для відводу фільтрату з полігону твердих побутових відходів ТОВ «Умвельт Бахмут».

3. Побудовано інтегральну математичну модель напружено-деформованого стану елемента дренажної конструкції, виготовленого з вуглецевої сталі, у вигляді функціональної залежності значення напруження від величин температури та відносної деформації, що виникають в елементі. Встановлено придатність запропонованої моделі для вирішення задач аналізу динаміки зміни напружено-деформованого стану сталевих елементів дренажної системи, що знаходяться під дією складного термосилового навантаження в умовах пожежі, а також під час ліквідації її наслідків. Результати розрахункових експериментів можуть бути використані для

визначення безпечних режимів роботи несучих конструкцій з метою запобігання їх руйнуванню.

4. Проведено розрахунок грошових витрат, необхідних для впровадження системи очистки фільтрату та дренажної системи для відводу фільтратних вод. Запропоновано порядок та структуру дій щодо практичного впровадження отриманих в роботі результатів у практичну діяльність Бахмутського полігону ТПВ.

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Екологічний паспорт Донецької області за 2018 р.
2. Паспорт місця видалення відходів (МВВ) ТПВ ТОВ «УМВЕЛЬТ Бахмут».
3. Технічний звіт інженерно-геологічних і геодезичних вишукувань для паспортизації полігону твердих побутових відходів в м. Артемівську Донецької області, 2004 р. Донецьк.
4. Закон України «Про відходи» від 05.03.1998 № 187/98-ВР «Про відходи» із внесеними до нього змінами.
5. <http://zaobmt.com/index.php/articles/139-landfil-leachate.html> – Очистка дренажних вод полігонів твердих побутових відходів (ТБОВ).
6. Паспорт ризику виникнення надзвичайних ситуацій на території Бахмутської міської ради.
7. [https://ldubgd.edu.ua/sites/default/files/3\\_nauka/konkurs/filtrat.pdf](https://ldubgd.edu.ua/sites/default/files/3_nauka/konkurs/filtrat.pdf)  
Екологічна безпека фільтрату на полігоні ТПВ, 1 – 42с.
8. Протоколи відбору проб поверхневих, підземних вод в зоні розташування полігону ТПВ 17.04.2018.
9. «Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов», УДК 628 394.1 639 2/3, 1991 р.
10. Визначення наявності витоків фільтрату з полігонів твердих побутових відходів непрямим методом о. А. Пирський, докт. Техн. Наук, т. В. Олевська, канд. Геол.-мін. Наук, є. В. Колунаєв, асп. (нтуу «кпі») Удк 556.5.048;556.5.06;628.472.3.
11. [https://ldubgd.edu.ua/sites/default/files/3\\_nauka/konkurs/gribovichi\\_infiltrati\\_.pdf](https://ldubgd.edu.ua/sites/default/files/3_nauka/konkurs/gribovichi_infiltrati_.pdf) «Дослідження попереднього очищення інфільтрату в аерованих лагунах». 1-34 с.

12. Природоохоронні технології. Навчальний посібник Ч.2 : Методи очищення стічних вод / [Петрук В. Г., Северин Л.І. Васильківський І.В., Безвознюк І.І.] – Вінниця: ВНТУ, 2014 – 254 с.

13. УДК 628.31+628.4 Д. О. Урбанас, І. В. Сатін Державне підприємство “Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут міського господарства”, м. Київ, лабораторія механізації санітарного очищення, благоустрою та озеленення міст проблема очищення фільтрату полігонів твердих побутових відходів та шляхи її вирішення Урбанас Д. О., Сатін І. В., 2016 р.

14. Програма поводження з відходами на території Бахмутської міської ради на період 2016 – 2020 років.

15. ДБН В.2.4-2-2005 «Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування».

16. <https://findpatent.ru/patent/242/2425192.html> Система отвода фильтрата с полигона твердых бытовых отходов. Авт. Елизарьев А.Н., Красногорская Н.Н., Кияшко И.Ю., Ахтямов Р.Г.

17. ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2:2010 Єврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 1-2. Общие положения. Расчет конструкций на огнестойкость (EN 1993-1-2:2005, IDT).

18. 1. ДСТУ-Н EN 1991-1-2:2010 Єврокод 1. Дії на конструкції. Частина 1-2. Загальні дії. Дії на конструкції під час пожежі. – К.: Мінрегіонбуд України, 2013. – 81 с.

19. 2. ДБН В.1.1.7–2002. Пожежна безпека об’єктів будівництва. – К.: Держбуд України, 2003. – 33 с.

20. Мосалков И. Л. Огнестойкость строительных конструкций / И. Л. Мосалков, Г. Ф. Плюснина, А. Ю. Фролов. – М.: ЗАО «СПЕЦТЕХНИКА», 2001. – 496 с.

21. Ройтман В. М. Инженерные решения по оценке огнестойкости / В. М. Ройтман. – М.: Ассоциация «Пожарная безопасность и наука», 2001. – 382 с.
22. Тарасюк В.Г. Впровадження Єврокодів в Україні / В. Г. Тарасюк, Т. П. Мірошник, О. Л. Киричок // Наука і будівництво. – 2014. – №. 1. – С. 13-15.
23. ДБН А.1.1-94:2010. Система стандартизації та нормування у будівництві. Проектування будівельних конструкцій за Єврокодами. Основні положення. – К.: Мінрегіонбуд України, 2012. – 22 с.
24. ДСТУ-Н Б EN 1992-1-2:2012. Єврокод 2. Проектування залізобетонних конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість. – К.: Мінрегіонбуд України, 2013. – 150 с.
25. ДСТУ-Н Б EN 1993-1-2:2010. Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість. – К.: Мінрегіонбуд України, 2012. – 98 с.
26. ДСТУ-Н Б EN 1994-1-2:2012 Єврокод 4. Проектування сталезалізобетонних конструкцій. Частина 1-2. Загальні положення. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість. – К.: Мінрегіонбуд України, 2013. – 151 с.
27. Правила приймання стічних вод до систем централізованих відходів: . Відомості Верховної Ради України, 2018. С. 13.
28. Порядок визначення розміру плати, що справляється за понаднормативні скиди стічних вод до систем централізованого водовідведення, затверджений наказом Міністерства регіонального розвитку та житлово-комунального господарства України від 01.07.2017 №316.

**ДОДАТОК А.**  
**ЗВІТНІ МАТЕРІАЛИ З МІСЦЯ ПРОХОДЖЕННЯ СТАЖУВАННЯ**



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Генеральний директор

ТОВ «УМВЕЛЬТ Бахмут»,

Богдан КРАВЧЕНКО

«УМВЕЛЬТ Бахмут» 2020 р.

**ЗВІТ**

про проходження переддипломної практики (стажування)  
здобувачем вищої освіти групи ЗМТЗ-18, 2-го курсу  
**факультету техногенно-екологічної безпеки**  
**Національного університету цивільного захисту України**  
Шульженка Валерія Ігоровича,  
що навчається за спеціальністю  
**183 «Технології захисту навколишнього середовища»**

Переддипломну практику (стажування) проходив на базі підприємства ТОВ «УМВЕЛЬТ Бахмут» на посаді інженера відділу логістики на безоплатній основі у період з 10 до 20 березня 2020 р.

На проходження переддипломної практики прибув вчасно із всіма документами. Пройшов інструктаж з техніки безпеки, ознайомився з положенням Статуту та посадовою інструкцією керівника стажування ТОВ «УМВЕЛЬТ Бахмут».

За час проходження переддипломної практики (стажування) мною здійснено ознайомлення з структурою підприємства, схемою та особливостями технологічного процесу підприємства, видами вивозу та накопичення відходів на полігоні, географічною характеристикою регіону розміщення полігону, наявною документацією з питань забезпечення екологічною безпекою виробничої діяльності, такими як: «Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) Рабочего проекта «Биотермическая яма для обезвреживания трупов животных» КП «Артемовсккоммунспецстой», «Инженерно-геологические и геодезические изыскания для паспортизации полигона твердых бытовых отходов в г. Артемовск Донецкой области», а також Паспорт місця видалення відходів.

Власником полігону ТПВ є ТОВ «УМВЕЛЬТ Бахмут».

Основними напрямками діяльності підприємства є:

- Збирання, перевезення, вивіз, зберігання, сортування та захоронення твердих побутових відходів.
- Утримання в належному санітарно - технічному стані міського полігону твердих побутових відходів, надання послуг звалища відходів фізичним та юридичним особам.
- Інша діяльність не заборонена чинним законодавством України.

Виконано ознайомлення з існуючою системою забезпечення екологічної безпеки виробничої діяльності підприємства ТОВ «УМВЕЛЬТ Бахмут», що здійснює моніторинг за джерелами негативного впливу на компоненти навколишнього середовища у тому числі за утворенням та обігом фільтрату на території полігону ТПВ.

За результатами роботи з керівними та розпорядчими документами ТОВ «УМВЕЛЬТ Бахмут» ознайомився з науково-технічною, нормативною й довідниковою літературою щодо питань захисту компонентів навколишнього

природного середовища від негативного впливу полігону твердих побутових відходів ТОВ «УМВЕЛЬТ Бахмут» на атмосферу, ґрунти та поверхневі та підводні води.

Розроблено рекомендації щодо вдосконалення наявних та застосовуваних на підприємстві ТОВ «УМВЕЛЬТ Бахмут» методів та засобів захисту довкілля (атмосферного повітря, поверхневих і ґрунтових вод та ґрунтів) від негативного впливу фільтрату, який утворюється на полігоні твердих побутових відходів, від атмосферних опадів та в разі гасіння пожеж, які можуть трапитися на полігоні. Здійснено практичний виїзд на полігон ТПВ з метою оцінення екологічної обстановки, вивчення географічного місця розташування, та місць складування відходів.

Досліджено та проаналізовано лабораторний відбір проб поверхневих та ґрунтових вод поблизу полігону твердих побутових відходів, порівняно перевищення гранично допустимих концентрацій речовин у водному середовищі

Підготовлено доповідь по матеріалах звіту по практиці, що подана до участі у Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених Національного університету цивільного захисту України м. Харків у 2020 році та буде опублікована у матеріалах конференції.

**Склав:**

Здобувач вищої освіти

Валерій Шульженко

Пропозиції від керівництва ТОВ «УМВЕЛЬТ Бахмут» щодо вдосконалення організації навчально-наукової практики відсутні.

Загальна оцінка виконання індивідуального плану – **«ВІДМІННО»**.

Керівник навчально-наукової практики



Валерій УШКАЛОВ

«20» 03 2020 р.

Стігма  
Засвідчую  
Пасажирське відвідування керівник Селенцова Т.Г.

### Характеристика-відгук та оцінка роботи здобувача вищої освіти під час переддипломної практики (стажування)

Здобувач вищої освіти заочної форми навчання групи ЗМТЗ-18 Шульженко Валерій Ігорович проходив переддипломну практику (стажування) на базі підприємства, товариства з обмеженою відповідальністю «УМВЕЛЬТ Бахмут» на посаді інженера відділу логістики (на безоплатній основі) з 10 по 20 березня 2020 року.

Перелік завдань на практику, відображений у календарному графіку щоденника практики відповідно до програми практики, повністю відповідає методичним рекомендаціям щодо проходження переддипломної практики (стажування) за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища» спеціалізація «Техногенно-екологічна безпека» за освітнім ступенем «магістр».

- Ознайомився із структурою підприємства, схемою та особливостями технологічного процесу підприємства, видами вивозу, накопичення та захоронення відходів на полігоні, географічною характеристикою регіону розміщення полігону, наявною документацією з питань забезпечення екологічною безпекою виробничої діяльності.

- Розроблено рекомендації щодо вдосконалення наявних та застосовуваних на підприємстві ТОВ «УМВЕЛЬТ Бахмут» методів та засобів захисту довкілля (атмосферного повітря, поверхневих і ґрунтових вод та ґрунтів) від негативного впливу фільтрату.

- Досліджено та проаналізовано лабораторний відбір проб поверхневих та ґрунтових вод поблизу полігону твердих побутових відходів.

За період проходження стажування здобувач вищої освіти Шульженко В.І. проявив себе як наполегливий, відповідальний, ввічливий, комунікабельний кваліфікований спеціаліст у галузі знань, що відповідає спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища». Програму практики та поставлені керівником стажування завдання виконав швидко, якісно, вчасно та у повному обсязі.

Зауваження щодо роботи практиканта Шульженка В.І. відсутні.

За результатами аналізу проходження переддипломної практики (стажування), на думку керівника практики, можна констатувати, що здобувач вищої освіти Шульженко Валерій Ігорович заслуговує на позитивний відгук та оцінку **«ВІДМІННО»**.

20.03.2020

Керівник практики від підприємства  
Начальник відділу логістики  
ТОВ «УМВЕЛЬТ Бахмут»



Валерій УШКАЛОВ

*Людмила Іванівна Семеновна  
Начальник відділу кадрів Семенова В.І.*

**ДОДАТОК Б.**  
**СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ МАГІСТЕРСЬКОЇ**  
**РОБОТИ**

Таблиця Б.1 – Список публікацій за результатами магістерської роботи

| № | Назва  | Вихідні дані   | Автори   |
|---|--|--|--|
| 1 | Моделювання напружено-деформованого стану сталевих елементів несучих конструкцій під час пожежі.<br><b>Конкурсна робота, третє місце у II турі</b> | Всеукраїнський конкурс студентських наукових робіт у галузі науки «Будівництво та архітектура». – Х.: НУЦЗУ, 2016. – 30 с.                                 | Шульженко В.І.,<br>Поліканова О.В.<br><br>Науковий керівник –<br>Чернобай Г.О. |
| 2 | Аналіз сучасного стану проблеми видалення фільтрату на полігонах ТПВ Донецької області   | Проблеми та перспективи забезпечення цивільного захисту: матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих учених. – Х.: НУЦЗУ, 2020. – С. 291. | Mohammed N.,<br>Шульженко В.І.<br><br>Науковий керівник –<br>Колосков В.Ю.     |