

УДК 697.98;69:504

<sup>1</sup> **П.Є. Григоровський**, д.т.н., с.н.с., перший заступник директора інституту з наукової роботи, <https://orcid.org/0000-0003-0527-5890>;

<sup>2</sup> **О.В. Мурашова**, к.т.н. завідувач відділу, <https://orcid.org/0000-0003-4995-3761>;

<sup>3</sup> **В.О. Іваненко**, к.т.н., головний науковий співробітник;

<sup>4</sup> **О.О. Захаренко**, старший науковий співробітник;

<sup>5</sup> **І.М. Уманець**, к.т.н., доцент, доцент кафедри будівельних технологій.

<sup>1, 2, 3, 4</sup> ДП "Науково-дослідний інститут будівельного виробництва ім. В.С. Балицького", м. Київ

<sup>5</sup> Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ

## ДОСЛІДЖЕННЯ ВИТРАТ ПРАЦІ НА ВЛАШТУВАННЯ ГЕОМЕМБРАНИ HDPE РЕКУЛЬТИВАЦІЙНОГО ПОКРИТТЯ ПОЛІГОНУ №5 КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**Анотація.** У статті наведено результати досліджень витрат праці на комплексний процес влаштування геомембрани HDPE багатофункціонального рекультиваційного покриття Ділянки №1 полігону ТПВ №5 в с. Підгірці Обухівського району Київської області. Ці дослідження також відповідають напрямку наукової роботи кафедри будівельних технологій Київського національного університету будівництва і архітектури за темою «Створення алгоритму та електронної бази даних для визначення стандартів часу на виконання будівельних процесів» (ДР № 0121U108931), науковий керівник проф. Тонкаєв Г.М.

Для досліджень було використано мембрану HDPE компанії AGRU товщиною 1,5 мм, шириною 5,0 м довжиною 100 м. Дослідження проводились на ділянці сектора №2 в процесі укладання рулонна геомембрани 5x100 м, площею 500 м<sup>2</sup>. 60% ділянки становила горизонтальна поверхня, а 40% - був схил 180.

Хронометражем визначали тривалість наступних технологічних операцій: розвантаження рулонів геомембрани з вантажівки екскаватором; переміщення одного рулону геомембрани до місця монтажу екскаватором; розпакування, розкочування, укладання з прирізкою і розрівнюванням геомембрани екскаватором; розміщення баластних мішків з піском для утримання геомембрани (привантаження); знепилювання швів геомембрани перед зварюванням; зварювання полотнищ геомембрани подвійним швом; перевірка швів геомембрани тиском до 2 атм, усунення виявлених дефектів зварних швів, накладання латок на місця перевірки.

Експериментальне укладання мембрани здійснювалось на ділянці полігону площею 500 м<sup>2</sup> (10 x 50 м), виділеної виносними знаками на газовий дренаж – 30 см (щебінь фракції 20-40 мм), без використання шару геотекстилю. За результатами досліджень витрати праці на вкладання 100 кв.м структурованої геомембрани HDPE товщиною 1,5 мм склали 4,982 людино-години, крім того час роботи екскаватора – 1,50 машино-години.

**Ключові слова:** інженерний захист і підготовка територій, рекультиваційне покриття, влаштування геомембрани, витрати праці

### Постановка проблеми

Полігон ТПВ №5 розташований на відстані 1 км від північно-західної околиці с. Підгірці Обухівського району Київської області [1].

Технічна рекультивація 1-ої ділянки площею 18,15 га полягає в створенні поверхні полігону з улаштуванням "плато" та формуванням схилів з ухилом до 18° шляхом підсіпки твердими побутовими відходами та включає в себе:

- виположування твердих побутових відходів для формування проектного схилу карти полігону ТПВ;

- вертикальне планування території I - ої карти з заданим проектним ухилом, влаштування системи відводу дощових вод, укладання дренажної системи відводу фільтрату; спорудження підпірної стінки;

- багатофункціональне рекультиваційне покриття 1-ої карти поверхні полігону: ТПВ - технологічний екран - суглинок - 25 см, газовий дренаж - 30 см (щебінь фракції 20 - 40 мм), геотекстиль - 5,5 мм, геомембрана HDPE товщиною 1.5 мм, дренажний (пісок

- 20 см) та рекультиваційні шари (суглинок - 20 см; шар родючого ґрунту - 30 см) [2];

- відведення фільтрату по існуючій системі мережі трубопроводів ШЗ300 мм до головної каналізаційної насосної станції (ГКНС), потім - локальні очисні споруди РОНЕМ потужністю 200 м<sup>3</sup>/добу і ставок – накопичувач;

- часткову реконструкцію системи моніторингу - спостереження за фільтратом на звалищі та у збірниках, за поверхневими водами в районі полігону, за підземними водами, за станом повітря з урахуванням існуючої системи [3, 4].

Ділянка №1 полігону ТПВ №5 площею 18,15 га відноситься до висотних полігонів, в окремих місцях відстань від поверхні полігону до поверхні землі сягає 30 м. Схили полігону утворені під кутом 180.

По східній і західній стороні полігону прокладені дренажні труби для збору фільтрату з 42 оглядовими колодязями.

Східна і західна сторони полігону закінчуються водовідвідними лотками загальною довжиною 1521

м. На північній стороні полігону (навпроти дамби) закладено 2 системи водовідвідних лотків загальною довжиною 564 м [5, 6].

За математичної моделі динаміки деформаційних процесів найбільший приріст деформацій поверхні полігону відбувся в період експлуатації полігону з нашаруванням ТВП без пересипки технологічним ґрунтом, а максимальне розтягуюче зусилля в півці складає 0,107 кН/м за максимально допустимому для товщини двох шарів 0,2 мм - 0,118 кН/м. Прогноз максимальних осідань верхні на стадії рекультивації за умови стабілізації масиву ТВП складає 0169 мм, по краях масиву від 55 до 85 мм, в середній зоні від 130 до 169 мм [15, 16].

Станом на квітень 2023 року виконано роботи з улаштування рекультиваційного покриття: ТПВ закрито технологічним екраном з суглинку та газового дренажу [2].

Через невелику кількість таких об'єктів в Україні технології влаштування захисних екранів для рекультивації полігонів ще не знайшли широкого впровадження в будівельну практику [8]. А нормативні документи не регламентують витрати праці на комплексний процес влаштування геомембрани [10, 11]. Тому передбачено проведення натурних випробувань хронометражем для встановлення витрат праці на комплексний процес влаштування геомембрани HDPE для створення протифільтраційного екрану [9]. Наукові дослідження відповідають напрямку наукової діяльності кафедри будівельних технологій Київського національного університету будівництва і архітектури за темою «Створення алго-

ритму та електронної бази даних для визначення стандартів часу на виконання будівельних процесів» (ДР № 0121U108931), науковий керівник проф. Тонкачєєв Г.М. [7, 12, 13, 14].

**Мета досліджень**

Мета досліджень полягає у вивченні та встановленні натурними випробуваннями витрат праці на комплексний процес влаштування геомембрани HDPE багатofункціонального рекультиваційного покриття Ділянки №1 полігону ТПВ №5 в с. Підгірці Обухівського району Київської області.

**Основні результати досліджень**

Експериментальна ділянка для укладання геомембрани розміщена у секторі 1 у південно-західній частині ділянки 1 полігону (рис. 1, поз.2). Майданчик розвантаження автомобілів згідно будгенплану розміщено на південній частині ділянки 1 (рис. 1, поз.1). Відстань між ділянками складає близько 500 м по технологічній дорозі.

До початку робіт шар щебня було розрівняно бульдозером та ущільнено самохідним вібраційним ґрунтовим котком Bomag BW 216 D-4, масою 17,1 т [7, 8, 9]. Роботи виконано у 2021 році. За тривалий час (майже 2 роки) з моменту закінчення цих робіт поверхня значно змінилась через осідання сміття тіла карти полігону. Також з'явились місця виділення фільтрату та біогазу під шаром щебно та суглинку просочується фільтрат. Поверхня засмічена, з'явились ями глибиною до 0,5м, поверхня щільно поросла бур'яном.



Рис.1. Схема розташування експериментальної ділянки: 1 – майданчик для розвантаження; 2 – експериментальна ділянка

Для досліджень було використано мембрану HDPE компанії AGRU товщиною 1,5 мм, шириною 5,0 м довжиною 100 м. Орієнтовна вага рулону складає 731 кг при щільності 0,92 г/см<sup>3</sup>.

Об'єктами вивчення була робоча операція, яка виконувалась одним робітником або групою робітників об'єднаних в трудовий колектив ланки або бригади.

При хронометражі або фотообліку дослідження затрат робочого часу складаються: вибір об'єктів спостереження; проведення досліджень; статистична обробка даних; аналіз результатів і підготовка пропозицій щодо удосконалення організації праці.

Технологічний процес поділявся на прості операції, встановлювалися фіксажні точки і одиниці продукції кожної операції і процесу в цілому. Перед проведенням хронометражу встановлено кількість спостережень, яка залежала від тривалості елементів операції і числа ізоляційників.

Дослідження проводились на ділянці сектора №2 в процесі укладання рулонна геомембрани 5x100 м, площею 500 м<sup>2</sup>. 60% ділянки становила горизонтальна поверхня, а 40% - був схил під 180.

Нормований час роботи складався з часу оперативного (основного - тосн, допоміжного - тдоп), часу підготовчо-заключного тпз і часу регламентованих перерв трег.

Оперативний час - час на виконання заданої роботи (операції). Протягом основного часу виконуються виробничий процес; протягом допоміжного часу - організація і обслуговування виробничих процесів, технологічні та організаційні перерви, транспортні роботи, підготовка і ремонт пристосувань, заходи з техніки безпеки.

Підготовчо-заключний час - Час для підготовки робітників і засобів праці до виконання і приймання робіт.

Регламентовані перерви включали час відпочинку і час на особисті потреби, в тому числі технологічні та організаційні перерви.

Дослідженнями встановлено час підготовчо-заключної роботи як 9% від нормованих витрат часу, витрати робочого часу на відпочинок і особисті потреби відповідно 15% від нормованих витрат часу.

Тривалість операції розраховувалась за формулою:

$$N = t_{\text{факт}} \frac{100}{100 - (t_{\text{пз}} + t_{\text{рег}})} = t_{\text{факт}} \frac{100}{100 - (9 + 15)} = t_{\text{факт}} 1,3158$$

Хронометраж здійснювався для наступних технологічних операцій:

- розвантаження рулонів геомембрани з вантажівки екскаватором;
- переміщення одного рулону геомембрани до місця монтажу екскаватором;
- розпакування, розкочування, укладання з прирізкою і розрівнюванням геомембрани екскаватором;
- розміщення баластних мішків з піском для утримання геомембрани (привантаження);
- знепилювання швів геомембрани перед зварюванням;
- зварювання полотнищ геомембрани подвійним швом;
- перевірка швів геомембрани тиском до 2 атм,

усунення виявлених дефектів зварних швів, накладання латок на місця перевірки.

Додаткові технологічні операції, для яких не проводився хронометраж :

- розігрів геомембрани феном перед укладанням на борт лотка та її укладання;
- зварювання головки болта кріплення геомембрани до лотку з обох боків;
- розкрій геомембрани для герметизації колодязя дренажної системи;
- зварювання екструдером парасольки з геомембрани на колодязі;
- розкрій геомембрани для герметизації конструкції для збирання біогазу;
- зварювання екструдером парасольки з геомембрани на конструкції для збирання біогазу;
- виявлення, усунення виявлених дефектів та пошкоджень полотнища, накладання латок D=0,3 м;
- насипання баластних мішків піском.

На рис. 2 показана типова схема укладання одного рулону геомембрани.

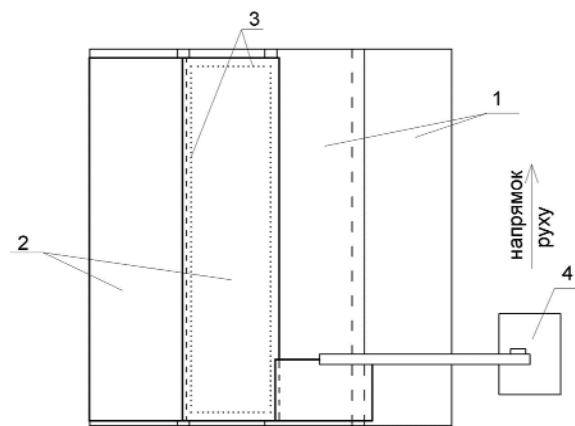


Рис. 2. Схема укладання геомембрани: 1 - геотекстиль; 2 - укладені полотнища геомембрани; 3 - мішки з піском; 4 - екскаватор з траверсою і рулоном геомембрани.

На захватці, для укладання геомембрани розгортали внапуск листи геотекстилю (з рулонів). Листи геотекстилю скріплювали між собою феном (гарячим повітрям) і, при необхідності, укладали привантаження – мішки з піском.

Наступною операцією є укладання полотнища геомембрани за допомогою екскаватора на гусеничному ході, обладнаного широкою траверсою, яка кріпилася на гаку ковша. Полотнище геомембрани розстеляли в стані, що вільно лежить, без натягнення, із забезпеченням нормативного напуску в повздовжньому і поперечному напрямках.

На початку технологічної операції екскаватор знаходився на відстані 2-3 м від краю попереднього укладеного рулону геомембрани з піднятою траверсою. Робітники вручну розгортали на 2-3 оберти рулони полотнища геомембрани (3-5 м) і укладали його на геотекстиль, витримуючи заданий напуск з торця і збоку листа. Після цього край геомембрани привантажували мішками з піском. Далі рулон геомембрани опускали на геотекстиль і при русі екскаватора він розкручувався.

Екскаватор рухався схилах полігону поперечними проходками. Робітники, при необхідності, розрів-

новали геомембрану із забезпеченням напуску в 100-110 мм.

Після закінчення укладання геомембрани, її з двох сторін привантажували мішками з піском через кожні 2 м. Для цього мішки знімали з сусідньої полоси.

Заборонялося пересування будівельної техніки укладеними (і незахищеним шаром піску) полотнищами геомембрани.

З'єднання листів гідроізоляційної мембрани виконувалося контактним зварюванням за допомогою зварювального апарата.

При контактному зварюванні технологічний процес здійснювався нагрітим клином, встановленим на самохідній установці. Клин нагрівав листи в місці їх контакту до температури вище за точку плавлення полімеру. Притискні ролики створювали необхідний для зварювання тиск. Під цим тиском відбувалося взаємне проникнення часток полімеру одного і іншого полотнища в зоні контакту і таким

чином формується міцний і непроникний зварний шов. Температура зварювання і швидкість в установці підтримувалася автоматично. Робітник тільки контролював напрямок руху самохідної зварювальної установки в процесі зварювання.

Місця, недоступні для контактного зварювання листів геомембрани, ремонтні накладки зварювали екструзією з використанням зварювального прутка.

При зварюванні екструзією відбувається подання розплавленого поліетилену в зону зварювання з мініекструдера. З метою підвищення однорідності поліетилену, що наплавляється, і мембрани попереднє розігрівання зварюваних поверхонь здійснювалося феном, встановленим на екструдері, шляхом подання гарячого повітря в зону шва. Нагріті поверхні полотнищ переходять у в'язкотекучий стан і за рахунок здавлення розплаву відбувається зварювання. В якості присадного матеріалу використовувався поліетиленовий пруток діаметром 3-4 мм.

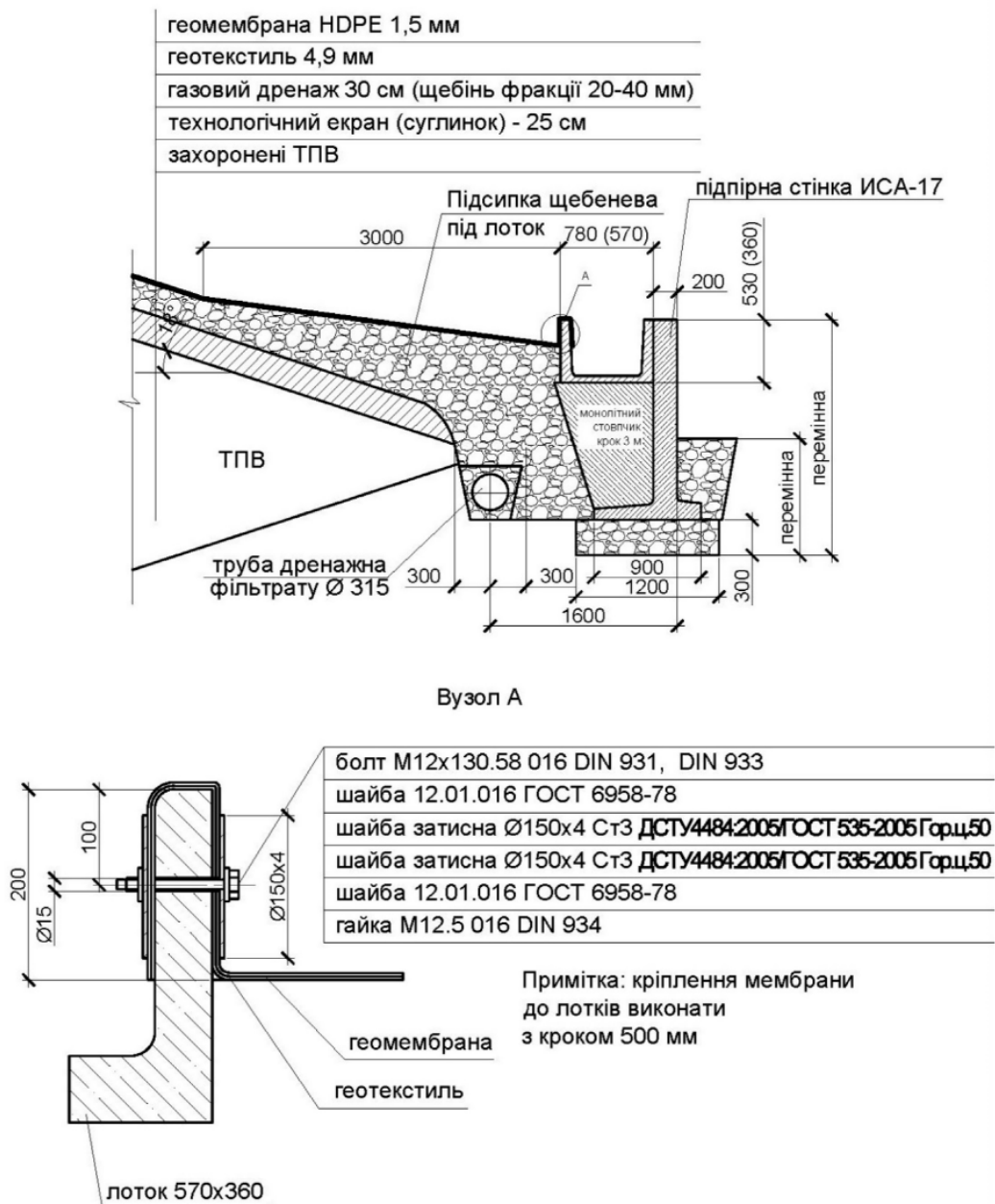


Рис. 3. Схема укладання геомембрани біля лотків суцільним рулоном

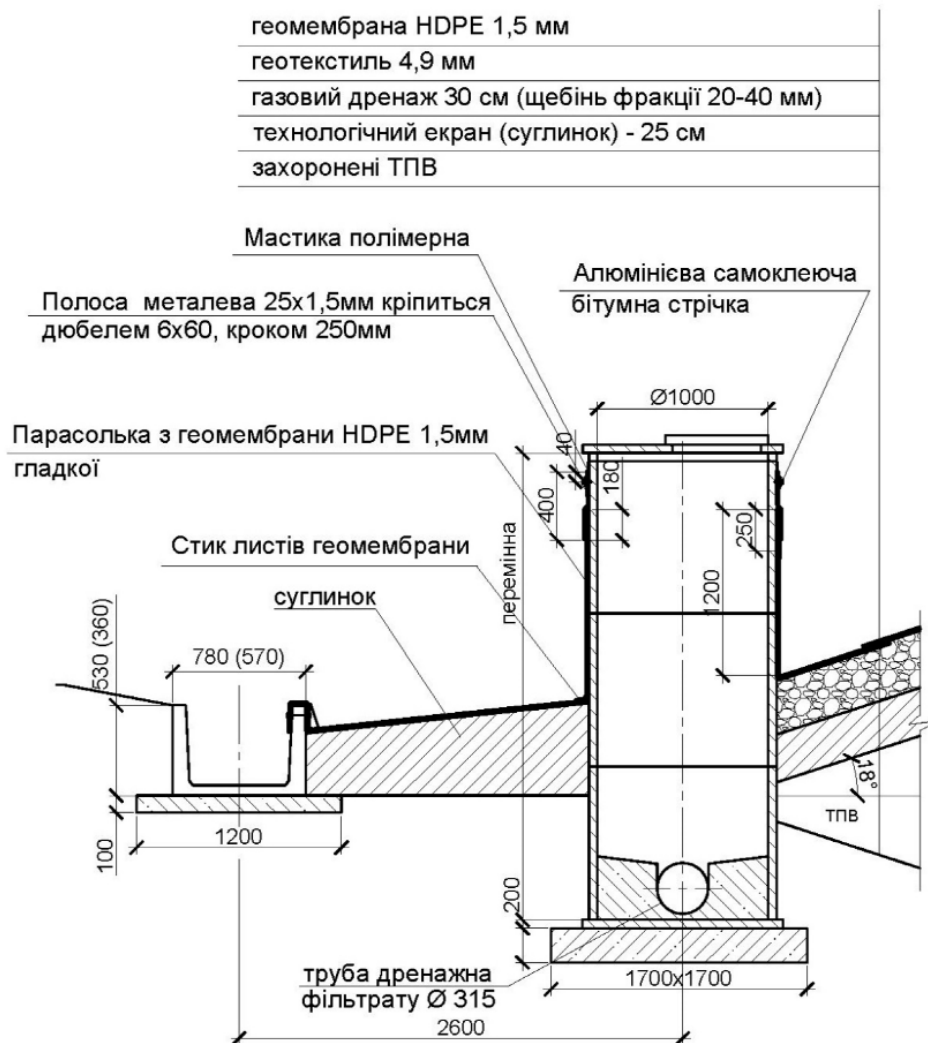


Рис. 4. Схема укладання геомембрани біля колодязя

При зварюванні полотнищ мембрани пересувним зварювальним агрегатом в обов'язковому порядку до початку роботи необхідно було провести пробне зварювання для перевірки і гарантованого налаштування зварювального агрегату.

Незалежно від способу виконання зварювальних робіт повинні виконуватися наступні вимоги:

- зварювальні роботи слід проводити при температурі повітря від плюс 5 °С до плюс 40 °С;
- не допускається виконувати зварювальні роботи під час опадів;
- міцність зварювального шва не має бути нижча міцності основного матеріалу.

В кінці зміни усі розкладені листи протифільтраційної мембрани HDPE мають бути зварені.

Укладання геомембрани біля лотків виконували двома способами.

В першому способі екскаватор знаходився біля лотка з припіднятою траверсою. Робітники вручну розкочували на 4-5м рулон геомембрани і його краї за допомогою шайб з болтами (рис. 3) кріпили до лотка. Далі при русі екскаватора вгору і відбувалося розкочування рулону геомембрани. В зоні лотка листи геомембрани зварювали екструдером з використанням зварювального прутка, а далі-зварювальним апаратом.

При другому способі рулон геомембрани шириною 5м розрізали навпіл на дві смуги шириною 2,5 м кожна. Потім ці смуги розкочували по довжині лотка і закріплювали до стінки лотка шайбами з болтами. До вільної сторони геомембрани по схилу ділянки №1 розкочували і приварювали інші листи геомембрани (рис. 3).

При укладанні геомембрани біля колодязя, зі шматка геомембрани виготовляли завчасно заготовку. Цю заготовку натягували на колодязь і щільно прижимали до шару щебня, при цьому одна сторона заготовки бути встановлена на укладену полосу геомембрани під зварювання автоматом. При цьому навколо колодязя утворювався футляр з геомембрани висотою 1200 мм такої форми, щоб він внизу щільно примикав до листа геомембрани. Стик між ними зварювали екструдером (рис. 4).

На верху колодязя утворюється «парасолька» з геомембрани, яка зверху кріпиться за допомогою алюмінієвої самоклеючої бітумної стрічки та фіксується металевою полоскою, а нижня частина внапуск закриває футляр з геомембрани та зварюється екструдером.

Таким чином одну сторону листа геомембрани закріплювали до лотка, а інші були приварені після укладання двох наступних полос геомембрани.

Значення витрат праці (люд.год.) і час експлуатації машин і механізмів (маш.год.) на влаштування 100 кв.м структурованої геомембрани товщиною 1,5 мм

№ з/п	Технологічна операція	Кількість робітників	Тривалість операції		Витрати праці люд.-год.
			хв	год	
1	Розвантаження рулонів геомембрани екскаватором з вантажівки	4	4,775	0,080	0,320
2	Переміщення одного рулону геомембрани до місця монтажу екскаватором	2	10,689	0,178	0,356
3	Розкочування геомембрани з її укладанням і розрівнюванням екскаватором	4	12,371	0,206	0,824
4	Розміщення баластних мішків з піском для утримання геомембрани	4	10,797	0,180	0,720
5	Знспілювання швів геомембрани	1	19,642	0,327	0,327
6	Зварювання геомембрани подвійним швом зварювальною машиною	2	21,812	0,364	0,728
7	Перевірка швів геомембрани тиском до 2 атм за допомогою компресора	2	18,449	0,307	0,614
8	Розігрів геомембрани фсном перед укладанням на борт лотка та її укладання	3	6,401	0,107	0,321
9	Розкрій геомембрани для герметизації колодязя дренажної системи	2	1,158	0,019	0,038
10	Зварювання скструдером парасольки з геомембрани	2	1,513	0,025	0,050
11	Розкрій геомембрани для герметизації конструкцій для збирання біогазу	2	0,079	0,001	0,002
12	Зварювання скструдером парасольки з геомембрани	2	0,780	0,013	0,026
13	Виявлення, усунення виявлених дефектів та пошкоджень полотнища, накладання латок D=0,3м за допомогою скструдера	2	7,747	0,129	0,258
14	Насипання баластних мішків піском	2	11,937	0,199	0,398
<b>ВСЬОГО витрати труда на 100 м<sup>2</sup></b>					<b>4,982</b>

Облаштування захисного шару із піску товщиною 30 см відбувалося паралельно укладанню і зварюванню полотнищ геомембрани, а також дозволялася технологічна перерва не більше ніж 72 години.

Із досвіду відомо, що при відсіпанні по мембрані ґрунтом захисного шару відбувається найбільше механічних ушкоджень геомембрани. Тому, при виконанні робіт вжиті наступні заходи:

- роботи проводилися тільки при особистій присутності представника технагляду і ІТР будівельної організації;

- виконавець робіт визначав безпечні шляхи руху автомашин і будівельної техніки;

- допускався заїзд повністю завантажених автосамоскидів та бульдозерів на захисний шар завтовшки не менше ніж 0,5 м. При розрівнюванні ґрунту захисного шару бульдозером між полотнищем геомембрани і ґрунтом має бути шар захисного ґрунту завтовшки не менше ніж 0,3м;

- рух бульдозера при відсіпанні і розрівнюван-

ні захисного шару ґрунту передбачався вздовж сполучних швів;

- схема руху землерийних механізмів на карті екранування по захисному шару призначалася так, щоб поворот бульдозера не перевищував 150.

За результатами аналізу хронокарти, розраховано витрати труда на одиницю виміру 100 м<sup>2</sup> укладеної геомембрани HDPE.

Роботи по укладанню геомембрани виконували робітники ТОВ «Хозхімсервіс». Значення витрат праці (люд.-год.) наведено в табл. 1, за якими було побудовано графік виконання робіт табл. 2.

В графіку виконання робіт застосовано організацію праці послідовним методом. Розподіл на прості процеси веде до великої різниці у трудомісткості між окремими процесами, тому допускається їх об'єднання в один процес з виконанням його робітниками, які мають суміжні професії, наприклад, ізолявальник-такелажник. Це передбачає виконання робітником не тільки вкладання геомембрани, а й монтажних про-

Таблиця 2

Графік виконання робіт на влаштування структурованої геомембрани товщиною 1,5 мм

Найменування технологічних процесів	Витрати праці, люд*год.	Прийнятний склад ланок				Всього робітників	Трипалітет, процесу, год.		Робочі години																												
		Щеобини і робітники, 2 розр.	Стропальник, 3 розр.	Будівельник, 3 розр.	Зварювальник, 5 розр.		на 100 м2	на 1000 м2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21								
1 Розв'язання рулонів геомембрани з використанням екскаватором	0,320		4			4	0,080	0,80	█																												
2 Переміщення одного рулону геомембрани до місця монтажу екскаватором	0,356		2			2	0,178	1,78		█	█																										
3 Розпушування, розкопування, укладання з прирізкою і розрівнюванням геомембрани екскаватором	0,824			4		4	0,206	2,06			█	█																									
4 Розміщення багастних мішків з піском для утримання геомембрани (трипалітет)	0,720	4				4	0,180	1,80					█	█																							
5 Звешлювання тлів геомембрани перед зварюванням	0,327			1		1	0,327	3,27							█	█	█	█	█																		
6 Зварювання полотнищ геомембрани подвійним швом	0,728			1	1	2	0,364	3,64								█	█	█	█	█																	
7 Перевірка тлів геомембрани тиском до 2 атм, усунення виявлених дефектів зварних швів, накладання латок на місці перевірки	0,614			1	1	2	0,307	3,07									█	█	█	█	█																
8 Розігрів геомембрани фіном перед укладанням на борт лотка та її укладання	0,321			2	1	3	0,107	1,07																													█
9 Розкрий геомембрани для герметизації колодезя дренажної системи	0,038			2		2	0,019	0,19																													█
10 Зварювання систроудром напросольки з геомембрани на колодежі	0,050			1	1	2	0,025	0,25																													█
11 Розкрий геомембрани для герметизації конструкції для збирання біогізу	0,002			2		2	0,001	0,01																													█
12 Зварювання систроудром напросольки з геомембрани на конструкції для збирання біогізу	0,026			1	1	2	0,013	0,13																													█
13 Вивід тлів, усунення виявлених дефектів та пошкодження полотнища, накладання латок 13-0,3 м	0,258			1	1	2	0,129	1,29																													█
14 Накладання багастних мішків піском для утримання геомембрани (призв'язання)	0,398	2				2	0,199	1,99																													█
ВСЬОГО	4,982						2,14	21,35																													

цесів. Ізолювальник-зварювальник може влаштувати не тільки рулон геомембрани, а її зварювати і виконувати примикання до інших конструкцій.

Подальшим напрямом дослідження може бути застосування організації будівельних процесів поточковим методом для рівномірного і безперервного виконання робіт на захватках і використання ресурсів. Наприклад, щоб встановити однакову тривалість виконання процесів з різною трудомісткістю на типових захватках, процес з невеликою трудомісткістю виконують мінімальною кількістю робітників за одну зміну, а процес з великою трудомісткістю пришвидшують за рахунок збільшення кількості виконавців і кількості робочих змін за день.

**Висновки.**

Експериментальне укладання мембрани здійснювалось на ділянці полігону площею 500 м<sup>2</sup> (10 x

50 м), виділеної виносними знаками на газовий дренаж – 30 см (щебінь фракції 20-40 мм), без використання шару геотекстилю.

За результатами хронометражу визначено витрати труда на основні операції з укладання структурованої геомембрани HDPE. Через неможливість проведення досліджень додаткових операцій, витрати праці на їх виконання визначено розрахунковим методом, на основі даних, отриманих експериментальним шляхом. При розрахунках враховано витрати на підготовчо-заключний час та регламентовані перерви.

За результатами досліджень витрати праці на вкладання 100 кв.м структурованої геомембрани HDPE товщиною 1,5 мм склали 4,982 людино-години, крім того час роботи екскаватора – 1,50 машино-години.

**Література**

- 306-17-1-0-ПЗ Проект «Реконструкція та технічне переоснащення полігону твердих побутових відходів №5 у с. Підгірці Обухівського району Київської області. Рекультивація ділянки № 1», Том 5, 2019 р.
- Типова технологічна карта на виконання робіт з влаштування захисного екрану з геомембрани при формуванні рекультиваційного шару на ділянці №1 полігону ТПВ №5, ДП «НДІБВ», 2023 р.
- ДБН В.2.4-2:2005 «Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування» зі Зміною 1
- ДБН В.2.4-4:2010 «Проектування. Полігони зі знешкодження та захоронення токсичних відходів. Основні положення проектування».
- Мурасова О.В., Уманець І.М. Засоби інженерного захисту полігонів твердих побутових відходів / Мурасова О.В., Уманець І.М. // Будівельне виробництво. – К.: НДІБВ. – 2019. – № 65. – С. 60 – 64.
- Мурасова О.В., Уманець І.М. Експериментальні дослідження стійкості дренажного шару за різних кутів схилу полігонів твердих побутових відходів/ Мурасова О.В., Уманець І.М. // ЕТЕВМ-2019. XII Міжнародний конгрес та технічна виставка: збірка доповідей, 10-14 червня 2019 р. м. Чорноморськ Україна. – Чорноморськ, 2019. – С.312-318.
- Методика вибору комплекту засобів ущільнення ґрунту пазах котлованів за технічною ознакою/ Басараб В.А., Уманець І.М., Саушева Л.С. // Основи та фундаменти. - Scientific and Technical Journal «Bases and foundations». Issue 43. Edited by Igor Voyko. – К.: KNUCA. – 2021. - № 43. – С.67 – 78. DOI: 10.32347/0475-1132.43.2021.67-78
- Технології інженерного захисту території від небезпечних геологічних чинників : навч. посіб. / В. І. Терновий, І.М. Уманець, В.А. Басараб, О.М. Махія – Київ : КНУБА, 2023. – 124 с
- Балова Е.Ф. Нормирование труда рабочих в строительстве / Е.Ф. Балова, Р.С. Бекерман, Н.Н. Евтушенко и др..под ред. Е.Ф. Баловой. – М.: Стройиздат, 1985. – 440 с.

10. Методы нормирования, применяемые в зарубежных странах / URL: [https://studbooks.net/1507181/management/metody\\_normirovaniya\\_primenyaemye\\_zarubezhnyh\\_stranah](https://studbooks.net/1507181/management/metody_normirovaniya_primenyaemye_zarubezhnyh_stranah)
11. Микроэлементное нормирование – метод исследования и проектирования трудовых процессов, его сущность; этапы развития / URL <https://studfile.net/preview/9152934/page>
12. Система аналітичного визначення норм витрат праці на виконання будівельних процесів/ Г.М. Тонкачев, В.Г. Тонкачев, В.П. Рашківський, О.Г. Шандра. // Будівельне виробництво, 2022. - Вип. 74. - С. 3-10.
- 13.. Тонкачев Г.М., Тонкачев В.Г., Носач К.В. Вибір опалубних систем для влаштування монолітних колон за методикою цілочислового нормування трудомісткості та тривалості процесів // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин: Зб. наук. праць. К.: КНУБА, 2021. Вип. 47. Ч. 1. С. 96-107. DOI:10.32347/2707-501x.2021.47(1).96-107.
14. Басараб В.А. Визначення технологічних параметрів процесу ущільнення ґрунту/ В.А. Басараб // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – 2020. – № 45. – С. 3-15.
15. Досвід інформаційного моделювання динаміки деформаційних процесів ґрунтових масивів куполу полігону побутових відходів/ Григорівський П.Є., Чуканова Н.П., В.О. Басанський, О.В. Мурасьова, В.О. Іваненко // Будівельне виробництво, 2021. - Вип. 71. - С. 3-11.
16. Прередумови інформаційного моделювання динаміки деформаційних процесів ґрунтових масивів на прикладі куполу полігону побутових відходів в с. Підгірці Обухівського району Київської області/ Григорівський П.Є., Чуканова Н.П., Басанський В.О., Наріжний В.В.// Нові технології в будівництві: наук. техн. зб., 2021., №40. – С. 3-14.

### Reference

1. 306-17-1-0-PZ Project "Reconstruction and technical re-equipment of solid household waste landfill No. 5 in the village of Pidhirtsi Obukhiv district, Kyiv region. Reclamation of site No. 1", Volume 5, 2019.
2. A typical technological map for the implementation of works on the installation of a protective screen made of geomembrane during the formation of a reclamation layer on site No. 1 of landfill No. 5, SE "NDIBV", 2023.
3. DBN V.2.4-2:2005 "Solid household waste landfills. Basic design provisions" with Amendment 1
4. DBN V.2.4-4:2010 "Design. Landfills for disposal and disposal of toxic waste. The main provisions of the design".
5. Murasyova O.V., Umanets I.M. Means of engineering protection of landfills of solid household waste / Murasyova O.V., Umanets I.M. // Construction production. - K.: NDIBV. – 2019. – No. 65. – P. 60 – 64.
6. Murasyova O.V., Umanets I.M. Experimental studies of the stability of the drainage layer at different slope angles of landfills of solid household waste/ Murasyova O.V., Umanets I.M. // ETEVM-2019. XII International Congress and Technical Exhibition: a collection of reports, June 10-14, 2019, Chornomorsk, Ukraine. – Chornomorsk, 2019. – P.312-318.
7. The method of choosing a set of means for compacting the soil of pits by technical characteristics/ Basarab V.A., Umanets I.M., Sausheva L.S. // Basics and foundations. - Scientific and Technical Journal "Bases and foundations". Issue 43. Edited by Igor Boyko. - K.: KNUCA. – 2021. - No. 43. – P.67 – 78. DOI: 10.32347/0475-1132.43.2021.67-78
8. Technologies of engineering protection of territories from dangerous geological factors: training. manual / V.I. Ternovy, I.M. Umanets, V.A. Basarab, O.M. Makhinya - Kyiv: KNUBA, 2023. - 124 p.
9. Balova E.F. Normalization of workers' work in construction / E.F. Balova, R.S. Beckerman, N.N. Evtushenko et al.: edited by E.F. Balovoy - M.: Stroyizdat, 1985. - 440 p.
- 10 Standardization methods used in foreign countries / URL: [https://studbooks.net/1507181/management/metody\\_normirovaniya\\_primenyaemye\\_zarubezhnyh\\_stranah](https://studbooks.net/1507181/management/metody_normirovaniya_primenyaemye_zarubezhnyh_stranah)
11. Microelement standardization is a method of research and design of labor processes, its essence; development stages / URL <https://studfile.net/preview/9152934/page>
12. The system of analytical determination of norms of labor costs for the implementation of construction processes/ H.M. Tonkacheev, V.G. Tonkacheev, V.P. Rashkivskiy, O.H. Shandra // Construction production, 2022. - Issue 74. - P. 3-10.
13. Tonkacheev H.M., Tonkacheev V.G., Nosach K.V. Selection of formwork systems for the arrangement of monolithic columns by the method of integer normalization of labor intensity and duration of processes // Ways of increasing the efficiency of construction in the conditions of the formation of market relations: Collection. of science works K.: KNUBA, 2021. Issue 47. Part 1. P. 96-107. DOI:10.32347/2707-501x.2021.47(1).96-107.
14. Basarab V.A. Determination of technological parameters of the soil compaction process/ V.A. Basarab // Ways to increase the efficiency of construction in the conditions of the formation of market relations. – 2020. – No. 45. – P. 3-15.
15. Experience of information modeling of the dynamics of deformation processes of soil massifs of the dome of the household waste landfill/ Grigorovskiy P.E., Chukanova N.P., V.O. Basanskiy, O.V. Murasyova, V.O. Ivanenko // Construction production, 2021. - Issue 71. - P. 3-11.
16. Prerequisites for information modeling of the dynamics of deformation processes of soil massifs on the example of the dome of the household waste landfill in the village of Pidhirtsi Obukhiv district, Kyiv region/ Hryhorovskiy P.E., Chukanova N.P., Basanskiy V.O., Narizhnyi V.V.// New technologies in construction: science. technical Coll., 2021., No. 40. - P. 3-14.



<sup>1</sup> **P.E. Hryhorovskiy**, doctor of technical sciences, Senior Research Fellow, first deputy director of the institute for scientific work, <https://orcid.org/0000-0003-0527-5890>;

<sup>2</sup> **O.V. Murasova**, candidate of technical sciences, head of department, <https://orcid.org/0000-0003-4995-3761>;

<sup>3</sup> **V.O. Ivanenko**, candidate of technical sciences, chief researcher;

<sup>4</sup> **O.O. Zakharenko**, senior researcher;

<sup>5</sup> **I.M. Umanets**, candidate of technical sciences, associate professor, associate professor of the department of construction technologies.

<sup>1, 2, 3, 4</sup> SE "Research institute of construction production named after V.S. Balytskyi", Kyiv;

<sup>5</sup> Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv.

## STUDY OF LABOR COSTS FOR INSTALLATION OF THE HDPE GEOMEMBRANE OF THE RECHARGEMENT COVERING OF THE LANDFILL №5 OF THE KYIV REGION

**Abstract.** *The article presents the results of studies of labor costs for the complex process of installation of the HDPE geomembrane of the multifunctional reclamation cover of Site No. 1 of the landfill site No. 5 in the village of Pidhirtsi Obukhiv district, Kyiv region. These studies also correspond to the direction of the scientific work of the Department of Construction Technologies of the Kyiv National University of Construction and Architecture on the topic "Creation of an algorithm and an electronic database for determining time standards for construction processes" (DR No. 0121U108931), scientific supervisor prof. Tonkacheev G.M.*

*HDPE membrane of the AGRU company, 1.5 mm thick, 5.0 m wide, 100 m long, was used for the research. The research was carried out in the area of sector №2 during the laying of a 5x100 m roll geomembrane with an area of 500 m<sup>2</sup>. 60% of the site was a horizontal surface, and 40% was a 180 degree slope.*

*The timing was used to determine the duration of the following technological operations: unloading geomembrane rolls from a truck with an excavator; moving one roll of geomembrane to the installation site with an excavator; unpacking, rolling, stacking with trimming and leveling of the geomembrane with an excavator; placement of ballast bags with sand to hold the geomembrane (loading); dust removal of geomembrane seams before welding; welding of geomembrane panels with a double seam; inspection of geomembrane seams with a pressure of up to 2 atm, elimination of detected weld defects, applying patches to inspection sites.*

*The experimental laying of the membrane was carried out on a 500 m<sup>2</sup> (10 x 50 m) area of the landfill, marked with outriggers for gas drainage - 30 cm (crushed gravel fraction 20-40 mm), without the use of a geotextile layer. According to the research results, labor costs for laying 100 square meters of structured HDPE geomembrane with a thickness of 1.5 mm amounted to 4.982 man-hours, in addition, the working time of the excavator was 1.50 machine-hours.*

**Key words:** *engineering protection and preparation of territories, reclamation cover, installation of geomembrane, labor costs*