

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ім. О.М. БЕКЕТОВА
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ І ВЕНТИЛЯЦІЇ

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

Бакалавр
(освітній ступінь)

на тему: «Реконструкція теплових мереж у м. Інгولهць»

Виконав: здобувач освіти 3 курсу
групи ЦІ 2023-1у
спеціальності 192 «Будівництво та
цивільна інженерія»

(шифр та назва)

освітня програма Цивільна інженерія

(назва)

Смоленко А.В.

(прізвище ініціали)

Керівник Тарадай О.М.

(прізвище ініціали)

Рецензент Гвоздецький О.В.

(прізвище ініціали)

2026 р.

Інститут, факультет Навчально-науковий інститут Будівництва, землеустрою та цивільної інженерії

Кафедра: теплогазопостачання і вентиляції

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Спеціальність: 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр та назва)

Освітня програма Цивільна інженерія

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТГВ



Юрій ЧАЙКА

“ 26 ” травня 2026 року

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ОСВІТИ**

Смоленку Анатолію Володимировичу

(ПІБ)

1. Тема роботи: «Реконструкція теплових мереж у м. Інгuleць»

керівник роботи: д.т.н. проф. Тарадай Олександр Михайлович

затверджені наказом вищого навчального закладу від « 26 » травня 2026 року № 447-03

2. Строк подання студентом роботи: 23 червня 2026 р.

3. Вихідні дані до випускної роботи бакалавра: Плани теплових мереж, кліматологічні дані, інформація про джерело теплопостачання, розрахункове теплове навантаження споживача, параметри теплоносія в магістральній тепловій мережі та після ЦТП, дані про теплову мережу, що підлягає реконструкції

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. 1. Проектна частина; 2. Організаційно-технологічні рішення з будівництва системи теплопостачання; 3. Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

Аркуш 1. Ситуаційний план. Теплові навантаження споживачів. Аркуш

2. Розрахункова схема теплових мереж до реконструкції. Аркуш 3. Розрахункова схема теплових мереж після реконструкції. Аркуш 4. Монтажна схема теплових мереж.

Аркуш 5. Повздовжній профіль теплових мереж. Переріз каналу та технологічні схеми теплових камер. Аркуш 6. Календарний графік. План будмайданчика. Діаграма руху робочої сили.

6. Консультанти розділів випускної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Проектна частина	проф. Тарадай О.М.		
Організаційно-технічні рішення будівництва системи тепlopостачання	проф. Тарадай О.М.		
Охорона праці	доц. Косенко Н.О.		
Допуск до захисту	доц. Чайка Ю.І.		

7. Дата видачі завдання 26.05. 2026р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної роботи	Строк виконання етапів випускної роботи	Примітка
1	Збір даних для проєктування та їх вивчення	27.05. -30.05.2026	
2	Проектна частина	31.05.-10.06.2026	
3	Організаційно-технічні рішення будівництва системи тепlopостачання	11.06.-15.06.2026	
4	Охорона праці	15.06.-21.06.2026	

Здобувач освіти


 (підпис)

Смоленко А.В.
 (прізвище та ініціали)

Керівник роботи


 (підпис)

Тарадай О.М.
 (прізвище та ініціали)

Реферат

КРБ:

- ✓ 58 с.;
- ✓ 10 табл.;
- ✓ 6 рис.;
- ✓ 19 джерел.

Ключові слова: Теплова мереж, реконструкція, споживач, тепло, теплоспоживче обладнання, трубопровід, безпека, охорона праці.

1. Проектна частина – проаналізовано заходи та завдання реконструкції, проведено розрахунки теплових мереж, досліджено основні типи трубопроводів, методи їх зварювання у процесі реконструкції, проаналізовано теплову ізоляцію та з'єднання контрольних провідників ОДК. На підставі отриманих даних побудовано повздовжній профіль та підібрано компенсатори та опори.
2. Організаційно-технічні рішення будівництва системи тепlopостачання – проаналізовано основні методи виробництва, проведено розрахунки для побудови будівельного плану та проведено розрахунки обсягу робіт та потреб у матеріалах, машинах та механізмах.
3. Охорона праці – виконано аналіз умов праці машиніста автомобільного крана, проведено оцінювання виробничих ризиків, які впливають на нього під час виконання його професійних обов'язків та розроблено комплекс організаційно-технічних заходів щодо підвищення правил безпеки під час будівництва системи тепlopостачання. Також розглянуто питання безпеки життєдіяльності та дій будівельників в умовах надзвичайних ситуацій.

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026.	Арк
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
Розділ 1. Проектна частина.....	7
Розділ 2. Організаційно-технічні рішення будівництва системи теплопостачання.....	29
Розділ 3. Охорона праці.....	40
Список використаних джерел	57

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026.	Арк
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Централізовані системи теплопостачання з'явилися у часи коли індивідуальні споживачі тепла зробили висновок, що опалення групи будинків є більш якісним і ефективним. З розвитком багато квартирної, багато поверхової забудови, розвивалися і системи теплопостачання.

На даний час це окрема галузь господарства включають в себе джерела тепла, магістральні, розподільчі та внутрішньо будинкові теплові мережі. Розвиток систем теплопостачання нерозривно пов'язаний з розвитком електроенергетики. Теплоелектроцентралі (ТЕЦ) вимушені утилізувати тепло відпрацьованого пару. Для його корисного використання до теплової електростанції підключається опалювальне навантаження. Тобто на ТЕЦ здійснюється комбіноване виробництво електричної та теплової енергії, що значено підвищує ефективність роботи та заощаджує значну кількість енергоресурсів.

Сучасні системи теплопостачання являють в собі складне технічне обладнання, високі технології та цифрові засоби автоматизації, регулювання та контролю.

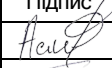
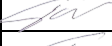
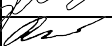
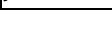
Переважна більшість систем теплопостачання була збудована в кінці двадцятого століття. В часи коли енергоносії були незрівнянно дешевшими і при проектуванні мало враховувалася необхідність забезпечення високої ефективності. Швидкі темпи будівництва зумовлювали швидкі темпи розвитку систем теплопостачання, а відсутність сучасних матеріалів і технологій змушували використовувати те, що є в наявності.

В результаті теплова ізоляція трубопроводів навіть приблизно не відповідає сучасним нормам. На протязі десятків років експлуатації трубопроводи значною мірою, а в не поодиноких випадках, повністю зношені. Значні корозійні пошкодження та покриття внутрішніх поверхонь відкладенням значної товщини погіршують гідравлічні якості труб та збільшують кількість аварій.

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026	Арк
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1.

ПРОЄКТНА ЧАСТИНА

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026. ПЧ			
					Реконструкція теплових мереж у м. Інгулець	Стадія	Аркуш	Аркушів
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Н	1	22
Здобувач		Смоленко А.В..		06.2026				
Керівник.		Тарадай О.М.		06.2026				
Консультант.		Тарадай О.М.		06.2026				
Н. Контроль		Півненко Ю.О.		06.2026	Проектна частина	ХНУМГ ім. О.М.Бекетова Кафедра ТГВ Група ЦІ 2023-1у		
Зав.кафедри		Чайка Ю.І.		06.2026				

1.1. Загальні відомості

1.1.1 Вихідні дані.

Даним проєктом передбачена реконструкція теплових мереж у м. Інгулець. До 1991 року теплопостачання житлового масиву багато етажної забудови здійснювалась від котельні по вул. Чкалова з точкою входу в ТК48 при відсутності мережі в сторону Тк47 та Тк46. Будівництво по проспекту Нечуя Левицького розширило теплові мережі по осі Тк72 – Тк74 – Тк82 – Тк83 і далі до Тк91 – Тк92.

Будівництво житлових будинків №№ 21; 32; 33; 34; 35; 36; та 37 по схемі, значно збільшило навантаження на головну ділянку теплотраси Тк48 – Тк72. Це призвело до критичних значень гідравлічних режимів споживачів в зоні проспекту Нечуя Левицького.

В 90 ті роки було прокладено тепломагістраль діаметром 273 мм. Від гірничо-збагачувального комбінату до житлового масиву з точкою входу в Тк46 та продовженням до Тк47 – Тк48. Котельню по вул. Чкалова було ліквідовано.

Режими теплопостачання.

- Температура в подаючому трубопроводі – 150 °С.
- Температура у зворотному трубопроводі – 70°С.
- Надлишковий тиск в подаючому трубопроводі - 6,5 Бар.
- Надлишковий тиск у зворотному трубопроводі – 4 Бар
- Гаряче водопостачання відсутнє

Характеристики будівель підключених до теплової мережі наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристики будівель підключених до теплової мережі.

Номер по схемі	Поверхи	Теплове навантаження Гкал/год	Призначення будівлі
1	2	3	4
1	5	0,2084	ЖБ
2	5	0,1831	ЖБ
3	5	0,1822	ЖБ

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026.ПЧ	Арк
						2
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1.1

4	5	0,1822	ЖБ
5	5	0,1837	ЖБ
6	9	0,3279	ЖБ
7	9	0 3211	ЖБ
8	9	0,3296	ЖБ
9	5	0,2841	ЖБ
10	5	0,2841	ЖБ
11	5	0,2841	ЖБ
12	5	0,2841	ЖБ
13	5	0,2841	ЖБ
14	5	0,1957	ЖБ
15	9	0,5160	ЖБ
16	2	0,1755	Дит. садок
17	5	0,1989	ЖБ
18	5	0,2336	ЖБ
19	5	0,2052	ЖБ
20	9	0,3984	ЖБ
21	9	0,3523	ЖБ
22	9	0,3523	ЖБ
3	5	0,2399	ЖБ
24	5	0,2273	ЖБ
25	5	0,2147	ЖБ
26	5	0,1926	ЖБ
27	5	0,2020	ЖБ
28	9	0,3751	ЖБ
29	9	0,3466	ЖБ
30	3	0,1856	Адмін будівля
31	2	0,0734	Магазин
32	2	0,0808	ЖБ
33	2	0,0770	ЖБ
34	2	0,0833	ЖБ
35	2	0,0808	ЖБ
36	5	0,2399	ЖБ
37	5	0,2399	ЖБ
8	5	0,1799	ЖБ
39	5	0,1799	ЖБ
40	3	0,1894	Школа
41	4	0,1440	ЖБ
42	4	0,1440	ЖБ
43	4	0,1440	ЖБ
Всього:		9,8070	Гкал/год.

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026.ПЧ	Арк
						3
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Характеристики теплових мереж наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Характеристики теплових мереж

Т _к поч	Т _к кінець	Навантаження Гкал/год	Довжина,м	Діаметр, мм
1	2	3	4	5
Тк94	Тк95	4,3116	46	110
Тк95	Тк92	3,9201	35	110
Тк92	Тк91	3,5735	43	110
Тк91	Тк93	0,5431	88	76
Тк91	Тк90	2,6553	137	76
Тк9	Тк86	1,2268	74	110
Тк86	Тк85	1,0342	131	110
Тк85	Тк84	0,8195	50	110
Тк84	Тк83	0,5796	48	110
Тк83	Тк82	0,2399	41	110
Тк90	Тк89	1,1594	38	110
Тк89	Тк88	0,9195	49	110
Тк88	Тк87	0,6795	105	110
Тк87	Тк77	0,5153	147	110
Тк77	Тк76	0,4383	43	110
Тк76	Тк75	0,3575	52	110
Тк94	Тк47	5,4954	297	219
Тк47	Тк48	4,8814	115	159
Тк48	Тк49	4,3698	120	122
Тк49	Тк50	3,5371	55	122
Тк50	Тк51	3,2075092	105	122
Тк51	Тк52	2,9233792	32	122
Тк52	Тк53	2,74785	25	122
Тк53	Тк54	2,46372	45	122
Тк54	Тк55	1,98072	47	11
Тк55	Тр1	1,69659	78	110
Тр1	Тк56	1,5109584	48	110
Тк56	Тк57	0,9932584	46	110
Тк57	Тк58	0,5923584	48	102

1.2 Кліматичні дані

Температура найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю 0,92, $t_{\text{хп}} -23^{\circ}\text{C}$.

Тривалість опалювального періоду - 178 діб.

Середня температура опалювального періоду – $0,8^{\circ}\text{C}$

Глибина промерзання ґрунту – 1,2 м.

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026.ПЧ	Арк
						4
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Заходи та завдання реконструкції

Реконструкція теплових мереж проводиться в дві черги[1, 2]. Окремо повинна бути розглянута третя черга, що включає в себе реконструкцію внутрішньо будинкових систем опалення.

Перша черга реконструкції теплових мереж передбачає облаштування нової теплової камери Тк94 в якій визначена точка врізки в магістральну мережу, та прокладку нової ділянки тепломережі від Тк64 до Тк95. Заміну теплових мереж по трасі Тк92; Тк91; Тк93 також від Тк91 до Тк83 – Тк82, Від Тк60 до Тк89 – Тк58.

Ділянки мереж від Тк82 до Тк72 та Тк58 не демонтуються та повинні використовуватись в подальшому як аварійне кільце, надаючи можливість аварійного теплопостачання для житлової зони по вул. Сонячна від зони проспекту Нечуя Левицького.

Нова ділянка тепломережі прокладається безканально з укладкою труб на піщану основу товщиною 100 мм. Та покриваючою засипкою піском на 100 мм вище рівня верху труби. Зворотна засипка решти каналу здійснюється вибраним ґрунтом.

Теплові мережі від Тк95 прокладаються в існуючому каналі. Перед укладкою труб лотки вичищаються від залишків теплоізоляції та іншого сміття. Сколи, тріщини та інші пошкодження залізобетонних лотків ремонтуються з застосуванням піщано-цементної суміші марки 400. Нерухомі опори монтуються до монтажу труб. Після монтажу нових трубопроводів лотки перекриваються існуючими плитами з ущільненням перешкоджаючим просипанню ґрунту без гідроізоляції.

Друга черга реконструкції виконується за окремим проектом і передбачає заміну тепломереж зони вул. Сонячна.

Основною метою реконструкції тепломереж є забезпечення якісного та безаварійного теплозабезпечення споживачів та досягнення високої ефективності роботи системи теплопостачання з показниками, що відповідають сучасним вимогам.

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026.ПЧ	Арк
						5
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Основним завданням теплопостачання є створення комфортних умов перебування людей в опалювальних приміщеннях. Фізичні критерії, як норми опалення, на разі чітко визначені, умови ж комфортності є індивідуальними і не можуть бути досягнуті шляхом створення загальних умов для деякої групи споживачів. Забезпечення можливості індивідуального регулювання теплових режимів приміщення є завданням третьої черги реконструкції.

1.4 Регулювання відпуску тепла

Тепло постачальник транспортує тепло від джерела до кінцевого споживача. Кількість переданого тепла залежить від теплового навантаження споживача та температури зовнішнього повітря [3]. При цьому теплове навантаження являється функцією від зовнішнього повітря і може бути визначене за відношенням:

$$Q_t = Q \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{нв.ср}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{нв.р}}}, \quad (1.1)$$

де Q_t – теплове навантаження при фактичній температурі зовнішнього повітря;

Q – розрахункове теплове навантаження (при -23°C);

$t_{\text{вн}}$ – внутрішня температура приміщення;

$t_{\text{нв.ср}}$ – середня температура зовнішнього повітря за розрахунковий період;

$t_{\text{нв.р}}$ – температура найбільш холодної п'ятиденки.

Як видно з відношення (1.1), фактичне теплове навантаження змінюється зі зміною температури зовнішнього повітря. Відповідно змінюється і кількість теплової енергії яку потрібно подати споживачеві. Тобто необхідно запроваджувати спеціальні заходи в результаті яких кількість тепла, що подається буде відповідати необхідній кількості тепла яке повинне бути подано при конкретній температурі зовнішнього повітря, або здійснювати регулювання відпуску тепла.

В системах теплопостачання регулювання проводиться централізовано на джерелі тепла. Зміна кількості тепла може відбуватися шляхом відповідної зміни температури теплоносія.

Такий спосіб називається якісним.

Зміною кількості теплоносія, що подається. Такий спосіб називається якісним.

Або зміною кількості і температури теплоносія при постійному часі роботи.

Такий спосіб називається якісно-кількісним.

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026.ПЧ	Арк
						6
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Подавляюча більшість систем теплопостачання спроектована і збудована так, що єдино можливим способом регулювання відпуску тепла є якісний. В нашому випадку вибрати інший спосіб ніж якісний, не можливо.

Основними елементами системи регулювання є:

- Регульований параметр – кількість тепла, що подається.
- Регулюючий вплив – потужність теплогенератора.
- Об'єкт регулювання – температура в приміщенні споживача.
- Регулюючий орган – регулятор кількості палива яке подається в топку теплогенератора.

Кожен з цих елементів може функціонувати як в ручному режимі (змінюватись діями персоналу), так і в автоматичному коли такі зміни вносять системи автоматики без втручання персоналу.

Регулюючи кількість тепла, що подається в систему, поставник не може мати об'єктом регулювання окремо взятую квартиру в багатоквартирному будинку. Це може бути лише будинок в цілому. Споживач також не має такої можливості так, як маючи однотрубні, вертикальні системи опалення в будинках, таке регулювання не можливе.

На цей час практично всі будинки облаштовані приладами обліку теплової енергії. Така ситуація спокушує поставника передавати споживачеві якомога більше тепла збільшуючи обсяги реалізації, а споживач не має можливості відмовитись від надлишку теплової енергії, яку вимушений оплачувати.

Вихід з такої ситуації один – реконструкція систем опалення будинків з заміною однотрубних, вертикальних систем опалення на двох трубні, горизонтальні з обладнанням лічильниками тепла та можливістю регулювання кожної квартири. Шляхом установки в кожній квартирі індивідуального, квартирного теплового пункту паралельно вирішується питання гарячого водопостачання не маючи при цьому мереж гарячої води та обладнання для її приготування та транспорту.

Теплові вводи будинків необхідно оснастити регульованими елеваторними вузлами або ІТП з програмним регулюванням.

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026.ПЧ	Арк
						7
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Таке регулювання дозволяє реалізувати П, ПІ або ПІД регулювання будь яких параметрів в погодинному, добовому чи календарному режимі не здійснюючі погодне регулювання, яке при централізованому регулюванні повністю втрачає сенс. Все вище назване також має стати об'єктом третьої черги реконструкції.

1.5 Гідравлічний розрахунок теплових мереж.

Необхідність гідравлічних розрахунків пов'язана з необхідністю визначення гідравлічних режимів та втрат тиску на розрахункових ділянках теплових мереж. Проведено три розрахунки а саме: Гідравлічний розрахунок існуючих теплових мереж в результаті якого визначено перевантажені ділянки, ділянки з незадовільними режимами тиску та швидкостями потоку теплоносія.

Гідравлічний розрахунок теплових мереж першої черги реконструкції та гідравлічний розрахунок теплових мереж другої черги.

З метою забезпечення можливості проведення аналізу роботи діючих теплових мереж, визначення їх пропускних можливостей та гідравлічних опорів, з метою забезпечення можливості проведення аналізу роботи діючих теплових мереж, визначення їх пропускних можливостей та гідравлічних опорів, гідравлічний розрахунок мереж виконано по температурному графіку 150/70[4].

В зв'язку з відсутністю контролю параметрів на вводах в будівлі та по самій тепловій мережі, при проведенні гідравлічного розрахунку шорсткість труб прийнята, як така, що дорівнює 1 (для старих труб).

Результати розрахунків наведено у відповідних таблицях.

Сумарні втрати напору в трубопроводі визначено за формулою:

$$\Delta H = \Delta H_{\text{л}} + \Delta H_{\text{м}} = \frac{R_{\text{л}}(1+a)}{\rho} = \frac{R_{\text{л}}(l_{\text{діл}} + l_{\text{екв}})}{\rho} = \frac{R_{\text{л}} \cdot l_{\text{пр}}}{\rho}, \text{ м. вод. ст.}, \quad (1.2)$$

де $H_{\text{л}}$ — лінійні втрати напору на ділянці, м;

$H_{\text{м}}$ — втрати напору у місцевих опорах, м;

$R_{\text{л}}$ — питоме лінійне падіння напору, кг/м²;

$l_{\text{діл}}$ — довжина розрахункової ділянки, м;

a — опосередкований коефіцієнт місцевих опорів;

$l_{\text{екв}}$ — еквівалентна довжина місцевих опорів, м;

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026.ПЧ	Арк
						8
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

$l_{\text{пр}}$ – приведена довжина розрахункової ділянки, м;

ρ – щільність теплоносія, кг/м³,

Питоме падіння тиску від тертя:

$$R_{\text{л}} = \lambda \frac{\omega^2}{2 \cdot g} \cdot \rho \cdot \frac{1}{d}, \text{ кг/м}^2 \cdot \text{м}, \quad (1.3)$$

де λ – коефіцієнт гідравлічного тертя;

ω – швидкість води у трубопроводі, м/с;

g – прискорення вільного падіння, м/с²;

1.5.1 Розрахунок витрат теплоносія на розрахункових ділянках.

Розрахунок виконано по тепловому навантаженню яке відоме з експлуатаційної документації. Для розрахунку використовується формула[5, 6]:

$$G_{\text{т/год}} = 3,6 \frac{Q}{c(t_1 - t_2)}; \quad (1.4)$$

де $G_{\text{т/год}}$ – витрати теплоносія, т/год;

Q – теплове навантаження, Гкал/год;

c – питома теплоємність води ≈ 4187 Дж/(кг*°С);

t_1 – температура в подаючому трубопроводі;

t_2 – температура у зворотному трубопроводі.

1.5.2 Розрахунок швидкості руху потоку теплоносія на ділянці.

Швидкість руху потоку теплоносія визначено за формулою;

$$\omega = \frac{G}{F}; \quad (1.5)$$

де ω – швидкість теплоносія, м/сек;

G – витрати теплоносія, м³/год;

F – площа живого перетину труби, м².

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026.ПЧ	Арк
						9
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Площа перетину визначається як;

$$F = \frac{\pi d^2}{4}, \quad (1.6)$$

де d – внутрішній діаметр труби, мм

або

$$\omega = \frac{4G}{\pi d^2}. \quad (1.7)$$

Для гідравлічного розрахунку теплових мереж рекомендуються такі швидкості.

- Магістральні мережі – 0,8-2,5 м/сек.
- Розподільчі мережі – 0,5-1,5 м/сек.
- Системи опалення – 0,3 1,0 м/сек.

1.5.3 Визначення діаметру трубопроводу.

При відомих витратах та швидкості діаметр трубопроводу визначається за формулою:

$$d = \sqrt{4G/\pi \cdot \omega}. \quad (1.8)$$

Розрахунок теплових втрат через ізоляцію трубопроводів

Розрахунок теплових втрат через ізоляцію трубопроводів проведено за формулою:

$$Q_{\pi} = q \times l, \text{ Вт}. \quad (1.9)$$

де q – питомі теплові втрати;

l – довжина розрахункової ділянки.

Питомі теплові втрати:

$$q = \frac{(t_{\text{в}} - t_{\text{п}}) \cdot K}{\sum_{i=1}^n R_i + R_{\pi}}, \text{ Вт/м}, \quad (1.10)$$

де K – коефіцієнт додаткових втрат, $K = 1,2$;

$t_{\text{в}}$ – температура теплоносія в трубопроводі, °С;

$t_{\text{п}}$ – середня температура оточуючого середовища за опалювальний період, °С;

$\sum_{i=1}^n R_i$ – повний лінійний термічний опір кондуктивному переносу теплоти

n – шаровою циліндричною ізоляцією, (м°С)/Вт;

R_{π} – лінійний термічний опір тепловіддачі зовнішньої ізоляції (м°С)/Вт.

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026.ПЧ	Арк
						10
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 1.4

51	52	2,923379 2	36,54	110	32,00	1,068	251 988	0,034 22	17,78	0,56 9	0,114 3	0,68 34	22, 813 1
52	53	2,74785	34,35	110	25,00	1,004	236 858	0,034 23	15,72	0,39 3	0,1 10	0 494 0	17, 822 7
53	54	2,46372	30,80	102	45,00	1,047	229 023	0,034 87	18,78	0,84 5	0,109 9	0,95 49	29, 747 7
54	55	1,98072	24,76	89	47,00	1,106	211 019	0,036 07	24,82	1,16 7	0,122 5	1,28 90	27, 110 0
55	Тр1	1,69659	21,21	76	78,00	1,299	211 666	0,037 48	41,68	3,25 1	0, 6 90	,4 198	38, 419 3
Тр1	56	1,510958 4	18,89	76	48,00	1,156	188 507	0,037 51	33,08	1,58 8	0,134 1	1,72 19	23, 642 7
56	57	0,993258 4	12,42	76	46,00	0,760	123 919	0,037 64	14,34	0,66 0	0,057 9	0,71 78	22, 657 5
57	58	0,592358 4	7,40	76	48,00	0,453	739 02	0,037 89	5,14	0,24 7	0,02 6	0,26 71	23, 642 7

1.6 Конструкція теплової мережі.

Перша черга реконструкції теплових мереж передбачає облаштування нової теплової камери Тк94 в якій визначена точка врізки в магістральну мережу, та прокладку нової ділянки тепломережі від Тк64 до Тк95. Заміну теплових мереж по трасі Тк92; Тк91; Тк93 також від Тк91 до Тк83 – Тк82, Від Тк60 до Тк89 – Тк58. Ділянки мереж від Тк82 до Тк72 та Тк58 не демонтуються та повинні використовуватись в подальшому як аварійне кільце, надаючи можливість аварійного теплопостачання для житлової зони по вул. Сонячна від зони проспекту Нечуя Левицького. Нова ділянка тепломережі прокладається безканально з укладкою труб на піщану основу товщиною 100 мм. Та покриваючою засипкою піском на 100 мм вище рівня верху труби. Зворотна засипка решти каналу здійснюється вибраним ґрунтом.

Теплові мережі від Тк95 прокладаються в існуючому каналі. Перед укладкою труб лотки вичищаються від залишків теплоізоляції та іншого сміття. Сколи, тріщини та інші пошкодження залізобетонних лотків ремонтуються з застосуванням піщано-цементної суміші марки 400.

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026.ПЧ				Арк
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата					15

Нерухомі опори монтуються до монтажу труб. Після монтажу нових трубопроводів лотки перекриваються існуючими плитами з ущільненням перешкоджаючим просипанню ґрунту без гідроізоляції.

1.6.1 Зварювання труб

В порядку реконструкції запроектована тупикова тепла мережа. Точка врізки в магістральний трубопровід визначена в Тк94 яка зорганізується новим будівництвом. Прокладка трубопроводів передбачена в лотках існуючого каналу.

З'єднання труб виконується ручною дуговою зваркою

Для зварювання застосовується обладнання заводського виготовлення та маюче відповідні дозволи на експлуатацію. Зварювальні апарати повинні мати відповідні допуски до застосування та характеристики. Вольт-амперна характеристика зварювальних апаратів для ручного, дугового зварювання повинна бути круто падаючою (див.рис.1.1).

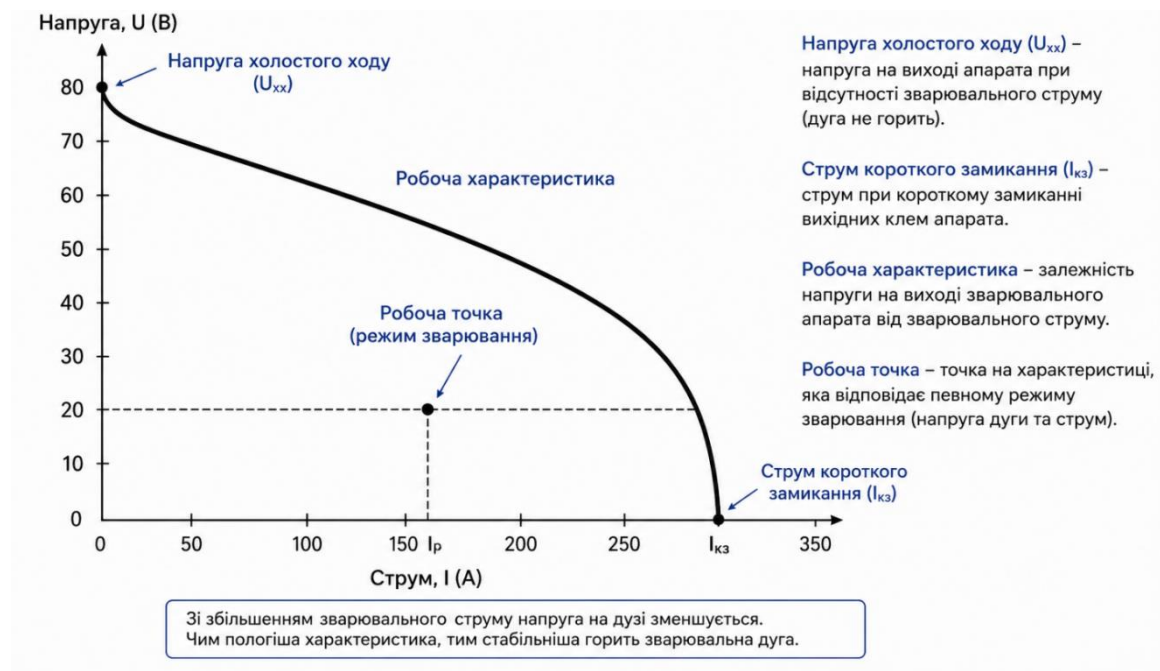


Рисунок 1.1– Вольт-амперна характеристика зварювального апарата для ручного дугового зварювання.

Режими зварювання.

Перший прохід - заварка кореня зварного шва.

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026.ПЧ	Арк
						16
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Штучні електроди АНО-4 або УОНІ з рутиловим покриттям діаметром 3 мм.

Перед використанням прожарка при температурі 120-150 °С протягом 20 годин

Зазор 1,5-2 мм. Без розробки кромки.

Теплоізоляційний шар зачищається на 100 мм. В кожную сторону.

Зварювані кромки зачищаються до металічного блиску

Зварювання за один прохід

Сила струму 80-90 А.

Провар кореня шва на всю глибину з формуванням внутрішнього валка.

Не провари, пропали та нещільності не допускаються. Допускаються нескрізні пори у кількості, що не перевищує 3 шт на 100 мм шва.

Після заварки кореня, зварний шов зчищається від шлаку та проводиться його контроль шляхом візуального огляду. Якщо не допустимі дефекти не виявлено, то здійснюється зварювання основного тіла зварного шва.

Штучні електроди АНО-4 або УОНІ з рутиловим або основним покриттям діаметром 4 мм. Перед використанням прожарка при температурі 120-150 °С протягом 20 годин.

Зварювання за один прохід.

Сила струму 120-140 А.

Висота підсилення шва 2-3 мм.

Після зварювання шов зачищається від шлаку, а основний метал від бризок.

Контроль якості проводиться візуальним оглядом та методами не руйнуючого контролю. Дефектні з'єднання вирізаються і зварюються заново. Після закінчення зварювальних робіт складається схема розташування зварювальних з'єднань.

Повороти труб виконуються з застосуванням стандартних, кованих поворотів з міцністними характеристиками не нижчими ніж метал трубопроводів.

Зварювальні матеріали та комплектуючі вироби повинні мати сертифікати якості які прикладаються до виконавчо-технічної документації.

Зварювальні роботи вважаються завершеними після успішного проведення гідравлічних випробувань та підписання актів здачі під теплоізоляцію.

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026.ПЧ	Арк
						17
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

1.7 Теплоізоляція стиків трубопроводів.

Для зварювання попередньо ізольованих труб ізоляція захищається не менш ніж на 100 мм з кожного боку. Після зварювання стики труб повинні бути заізольовані та мати тепло технічні та механічні характеристики такі ж як основна ізоляція. Комплекти матеріалів для ізоляції стиків, поставляються разом з трубами у необхідній кількості. До комплекту входить покривна гільза яка встановлюється на трубу до зварювання. Термоусадочна стрічка та не змішані компоненти піни в спеціальній упаковці. Для ізоляції гільза встановлюється на стик симетрично його середині, компоненти піни змішуються в упаковці і поміщаються в середину гільзи. Краї гільзи герметизуються самоклеючою, термо-усадочною стрічкою. Конструкція стика приведена на рисунку 1.2.

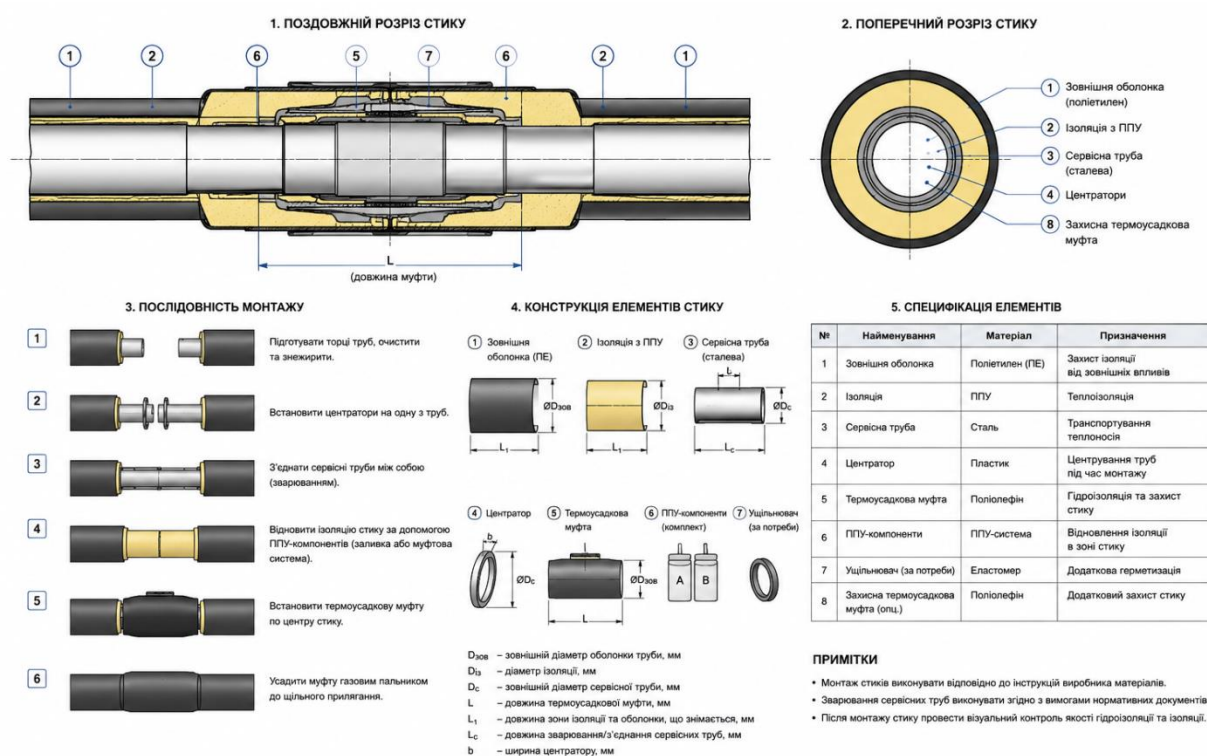


Рисунок 1.2 – Конструкція стика попередньо ізольованих труб.

Після охолодження термоусадочної стрічки, ізоляція стиків вважається завершеною і трубопровід може бути переданий для монтажу. Контроль якості ізоляції проводиться зовнішнім оглядом. Не допустимими дефектами є не прилипання стрічки, проникнення піни через ущільнення стика та інші дефекти що можуть спричинити розгерметизацію оболонки.

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026.ПЧ	Арк
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		18

1.8 З'єднання контрольних провідників системи оперативного дистанційного контролю

Застосування попередньо ізольованих труб не забезпечує абсолютної гарантії відсутності протікань. Пошкодження трубопроводу може статися з різних причин. Це може бути прихований дефект труби, пошкодження в наслідок електрохімічної корозії та інше. На відміну від труб з навісною ізоляцією, місце пошкодження попередньо ізольованої труби визначити на багато складніше. Для оперативного та точного визначення місця пошкодження попередньо ізольованої труби в тіло ізоляції закладено два провідники які з'єднуються між собою перед теплоізоляцією стика (рис. 1.3)

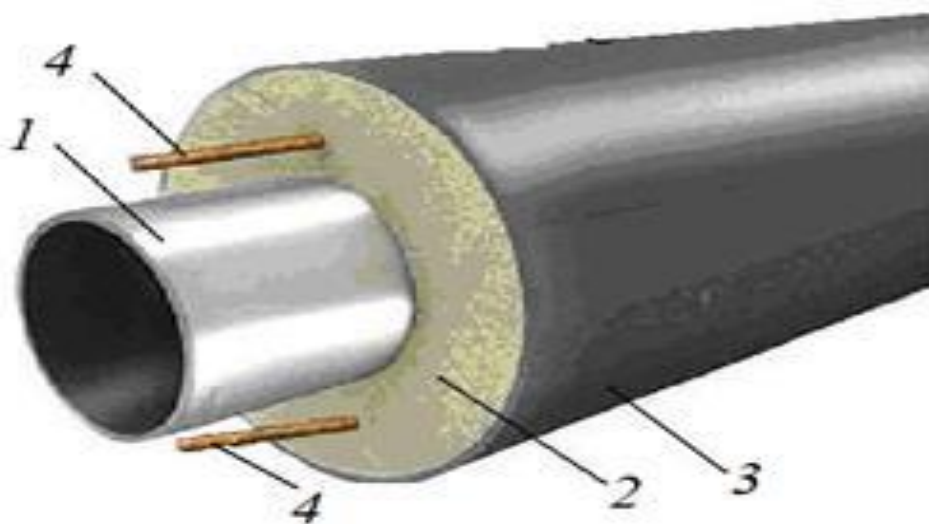


Рисунок 1.3 – Розташування провідників СОДК: 1 – сталева труба; 2 - теплова ізоляція; 3 – оболонка труби; 4 – контрольні провідники.

З'єднання провідників повинно виконуватись з дотриманням певних вимог.

- По ходу руху теплоносія провідники позначаються як правий та лівий.
- В процесі з'єднання провідники не повинні перехрещуватися.
- З'єднання виконується пайкою високо температурними припоями або зваркою вугільним електродом.
- Перед пайкою провідники з'єднують механічно, надлишкові частини провідників відрізають.

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026.ПЧ	Арк
						19
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

- Розміщення провідників в стику повинно бути без натягу та значного провисання.
 - Провідники не повинні торкатися поверхні труби.
- Перевірка провідників виконується в наступній послідовності:
- Перевіряється стан ізоляції и цілісність сигнальних провідників окремих збірних одиниць трубопроводів.
 - Перевіряється опір ізоляції сигнальних провідників, щоб переконатися у відсутності обривів та контактів із сталевією трубоією.
 - Перевіряється опір сигнальних провідників та їх опір, приведений до заданої температури теплоносія або труби.
 - У випадку виникнення підозри на неякісне з'єднання, необхідне відновлення обірваних провідників.

1.9 Побудова повздовжнього профілю

Побудова повздовжнього профілю необхідна для організації виробництва земляних та будівельно-монтажних робіт.

Креслення профілю виконується в масштабах 1:500 по горизонталі та 1:100 по вертикалі .

На профіль наноситься рівень поверхні землі по нівеліровочним відміткам по ходу руху теплоносія. Показується рівень дна траншеї та рівень закладки трубопроводів.

На профілі вказуються теплові камери з дотриманням необхідних заглиблень та канали з дотриманням заглиблення прокладки

Ухил прокладки приймається не менше $0,002^0$ у будь який бік не зважаючи на напрямок руху теплоносія.

1.10 Підбір компенсаторів

Компенсатори це пристрої, що монтуються в трубопроводах мереж теплопостачання з метою компенсації зусиль виникаючих в результаті зміни довжини трубопроводу в результаті теплового розширення металу.

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026.ПЧ	Арк
						20
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Компенсація теплових розширень трубопроводів може відбуватись за рахунок:

- Існуючих кутів повороту теплотраси.
- Створенням допоміжних кутів повороту представляючих собою П або Г образні компенсатори.
- Застосуванням рухомих з'єднань трубопроводів - сальникові або лінзові компенсатори.

Необхідність, кількість та місця розташування компенсуючих пристроїв визначається проектом.

При реконструкції тепломереж за цим проектом компенсація теплових розширень передбачається за рахунок існуючих кутів повороту.

1.11 Підбір опор

При будівництві теплових мереж застосовуються два основні види опор – рухомі та не рухомі. Основне призначення опор це сприйняття зусиль діючих на трубопроводи та їх передачі на несучі конструкції. Рухомі опори сприймають вагу труб та забезпечують їх вільне переміщення, при температурних деформаціях, без контакту труби з несучою конструкцією. Рухомі опори можуть бути ковзаючими, підвісними та такими, що котяться. Для попередньо ізольованих труб застосовуються рухомі опори хомутового типу (рис.1.4).



Рисунок 1.4 – Хомутова рухома опора для попередньо ізольованих труб [7]

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026.ПЧ	Арк
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		21

Цим проектом передбачено установку рухомих опор хомутового типу по всій довжині трубопроводу на відстані 5м.

Не рухомі опори закріплюють трубопроводи в окремих точках розділяючи їх на не залежні, за температурними деформаціями, ділянки та сприймають зусилля виникаючі на таких ділянках, що перешкоджає послідовному наростанню зусиль та передачу їх на обладнання та арматуру.

Для попередньо ізольованих труб виготовляються спеціальні, щитові не рухомі опори з ізольованими частинами трубопроводу (рис.1.5)



Рисунок 1.5 – Нерухомі опори для попередньо ізольованих труб [7]

При монтажі щити не рухомих опор кріпляться до утримуючих конструкцій з металу або бетону. При монтажі в лотках в закріпленнях залишають отвори для пропуску води.

Не рухомі опори встановлюються:

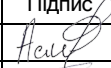
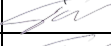
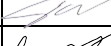
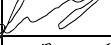
- На вводах в будинки.
- В місцях установки арматури.
- В інших місцях мережі по розрахунку.

Даним проектом передбачено установку нерухомих опор в місцях указаних на монтажній схемі. Закріплення нерухомих опор виконується за допомогою сталюого швелера №10 з кріпленням до стінок лотка. Щити опор кріпляться до закладних швелерів зваркою.

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026.ПЧ	Арк
						22
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2.

ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ БУДІВНИЦТВА СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026. ПОБ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Реконструкція теплових мереж у м. Інгулець	Стадія	Аркуш	Аркушів
Здобувач		Смоленко А.В..		06.2026		Н	1	11
Керівник.		Тарадай О.М.		06.2026	Проект організації будівництва	ХНУМГ ім. О.М.Бекетова Кафедра ТГВ Група ЦІ 2023-1у		
Консультант.		Тарадай О.М.		06.2026				
Н. Контроль		Півненко Ю.О.		06.2026				
Зав.кафедри		Чайка Ю.І.		06.2026				

2. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Капітальне будівництво, як одна із ключових галузей будівельної сфери, включає в себе структурні компоненти капітального будівництва та процеси, що відбуваються на будівельному майданчику.

Такі компоненти можна розділити на спеціалізовані, та будівельно-монтажні роботи. До будівельно-монтажних робіт відносяться роботи по установці (монтажу) збірних одиниць наприклад, монтаж трубопроводів, монтаж стінових панелей та інше. До спеціалізованих робіт відносяться роботи по створенню об'єкта з компонентів. Наприклад штукатурні роботи, ремонтні роботи, окраска та інше.

У будівельній сфері велике значення має якісно розроблена технологія будівельного виробництва, організація будівельного процесу та ефективне планування.

Технологія будівельного виробництва є дисципліною, яка вивчає методи та організацію будівельних процесів.

Всі ці будівельні процеси в сукупності представляють кінцевий результат введення в експлуатацію будівельних об'єктів, таких як будівлі, промислові споруди, трубопроводи тощо.

Організація будівельного виробництва регулюється державними будівельними нормами [8], які встановлюють загальні вимоги до процесів будівництва, реконструкції та капітального ремонту.

2.1 Основні положення ДБН А.3.1-5:2016

- 1. Загальні вимоги:** Норми визначають загальні вимоги до організації будівельного виробництва під час нового будівництва, реконструкції, капітального ремонту та технічного переоснащення будівель і споруд різного призначення.
- 2. Специфіка:** Додаткові вимоги можуть бути встановлені для об'єктів, що мають галузеву специфіку, відповідно до галузевих будівельних норм та нормативних документів.
- 3. Нормативні посилання:** У ДБН є посилання на інші нормативні акти, такі як правила безпеки, охорони праці та пожежної безпеки, що є важливими для забезпечення безпечних умов праці на будівництві.

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026.ПОБ	Арк
						2
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Розробники норм: Норми були розроблені Державним підприємством "Науково-дослідний інститут будівельного виробництва" за участю фахівців з різних галузей.

5. Застосування: ДБН А.3.1-5:2016 є обов'язковими для виконання всіма учасниками будівельного процесу, включаючи замовників, підрядників та проектувальників.

Ці норми сприяють підвищенню ефективності та безпеки будівельного виробництва, а також забезпечують відповідність сучасним вимогам і стандартам.

2.2 Опис основних методів виробництва

Методи організації виробництва являють собою сукупність способів, прийомів і правил раціонального поєднання основних елементів виробничого процесу в просторі і в часі[9].

Існують наступні *методи організації виробництва*:

- 1. Метод організації індивідуального виробництва** (непотокове виробництво) використовується в умовах одиничного випуску продукції або виробництва її малими серіями і передбачає:
 - відсутність спеціалізації на робочих місцях;
 - застосування широкоуніверсального обладнання, розташування його групами за функціональним призначенням;
 - послідовне переміщення деталей з операції на операцію партіями.

Умови обслуговування робочих місць відрізняються тим, що робочі майже постійно користуються одним набором інструментів і невеликою кількістю універсальних пристосувань, що потребує періодичної заміни зношеного інструменту.

Особливості організації і обслуговування робочих місць полягають в наступному: наладка верстата перед початком роботи, а також установка інструменту на робочих місцях здійснюється самими робітниками, при цьому робочі місця повинні бути оснащені всім необхідним для забезпечення безперервної роботи; транспортування деталей повинно здійснюватись без затримок, на робочих місцях не повинно бути зайвого запасу заготовок.

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026.ПОБ	Арк
						3
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Для індивідуального виробництва характерно планування ділянок по видах робіт. У цьому випадку створюються ділянки однорідних операцій: токарні; фрезерні та ін. Послідовність розташування ділянок на площі цеху визначається маршрутом обробки більшості типів деталей. Планування повинно забезпечувати переміщення деталей на малі відстані і тільки в напрямку, який веде до завершення виготовлення виробу.

2. Метод потокового виробництва – прогресивний метод організації виробництва, використовується в серійному і масовому виробництві, при якому забезпечується суворо узгоджене виконання всіх операцій технологічного процесу в часі (синхронність) і переміщення предметів праці по робочих місцях відповідно до встановленого ритмом випуску виробів. Передача предметів праці з операції на операцію здійснюється поштучно або дрібними партіями відразу ж після закінчення обробки; передбачає детальну проробку організації технічного обслуговування робочих місць.

Потоковий метод організації можна застосовувати при дотриманні наступних умов:

- наявність виробів одного найменування або конструктивного ряду;
- обсяг випуску продукції достатньо великий і не змінюється протягом тривалого періоду часу;
- конструкція виробу технологічна, окремі вузли і деталі транспортабельні, вироби можна ділити на конструктивно-складальні одиниці, що важливо для організації потоку на збірці;
- витрати часу по операціях можуть бути встановлені з достатньою точністю, синхронізовані і зведені до єдиної величині;
- забезпечується безперервна подача до робочих місць матеріалів, деталей, складальних вузлів;
- можливе повне завантаження обладнання.

Ефективність потокового виробництва пояснюється його техніко-економічними **особливостями**:

- спеціалізація робочих створює передумови для значного підвищення продуктивності праці;

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026.ПОБ	Арк
						4
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

- впровадження спеціальних верстатів, оснащення та інструменту також сприяє підвищенню продуктивності праці;
- необхідність постійного підтримання ритму потоку диктує організоване постачання робочих місць матеріальними ресурсами, що різко скорочує втрати робочого часу;
- безперервність виробничого процесу в умовах потокової роботи значно скорочує злежування проміжної продукції, істотно знижує тривалість виробничого циклу.

2.3 Проектування будівельного плану

Будівельним генпланом називається загальний план будівельного майданчика, на якому показані всі усі існуючі і запроектовані постійні будівлі і споруди, а також тимчасові будівлі необхідні для виконання будівельно-монтажних робіт.

Весь комплекс тимчасових об'єктів називається будівельним господарством до складу якого входять:

- Дороги і шляхи руху транспорту.
- Механізовані установки.
- Склади матеріалів, збірних конструкцій і деталей.
- Адміністративно-побутові будівлі.
- Влаштування мереж водо, тепло та електропостачання.

Призначення будівельного генплану полягає в такій організації будівельного господарства на майданчику, яка забезпечувала б створення необхідних виробничих та побутових умов робочим, приймання та доставку на робоче місце матеріалів і конструкцій, нормальну роботу будівельних машин, безперебійне постачання води та енергоресурсів.

Розрізняють два види будівельного генерального плану: загальномайданчиковий і об'єктний.

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026.ПОБ	Арк
						5
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Загально майданчиковий будівельний генплан складається при розробці проекту організації виробництва і охоплює всю територію будівництва. Масштаб такого будівельного генплану приймається відповідно до масштабу генерального плану (1:100 або 1:500). На загально майданчиковому будівельному генплані вказується послідовність будівництва та реконструкції об'єктів комплексу, а також тимчасові будівлі і споруди, призначені для обслуговування всього будівельного майданчика.

Об'єктний будівельний генплан входить до складу проекту виконання робіт і охоплює територію, що відноситься до одного об'єкту або в окремих випадках – до декількох. Будівельний генплан об'єкта розробляється на окремі періоди (підготовчий та основний) і технологічні стадії або комплексні процеси.

При проектуванні будівельного генерального плану на топографічному плані позначаються межі території реконструкції будівельного майданчика:

- Наносяться існуючі постійні будівлі та споруди, включаючи транспортні комунікації та інженерні мережі.
- Розміщуються основні монтажні крани, будівельні машини і пристрої, майданчики складування будівельних конструкцій та матеріалів.
- Розробляється схема перевезень будівельних вантажів і технологічного обладнання з обґрунтуванням параметрів і конструкцій доріг.
- Визначаються місця розміщення тимчасових підсобно-допоміжних та обслуговуючих будівель, споруд, установок їх комплексів, а також тимчасових пристроїв, комунікацій та мереж із зазначенням точок підключення їх до діючих систем.

2.4 Розрахунок об'єму робіт

Розробка оптимального графіку робочих процесів за визначеними категоріями оформлюється у вигляді календарного графіка. В даному проекті розроблено календарний план на об'єкт.

До планування календарного графіку пред'являються наступні вимоги:

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026.ПОБ	Арк
						6
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

- Закінчується благоустроєм території та здачі об'єкта в експлуатацію
- Час будівництва не повинен перевищувати заданих строків здачі об'єкта.
- Визначити найефективнішу методику виконання робіт для окремих задач.
- Всі прийняті методи повинні забезпечувати високу якість будівництва та безпеку для робочого персоналу
- Якщо є можливість треба поєднувати робочі процеси, якщо це не порушує технологій виконання робіт та не представляє небезпеку для робочого персоналу.
- Робочий процес повинен виконуватися поточним методом з рівномірною завантажкою робочого персоналу, механізмів та будівельної техніки.

2.5 Визначення коефіцієнту нерівномірності руху робочої сили

Для календарного графіку коефіцієнт нерівномірності руху робочої сили повинен знаходитись в діапазоні:

$$1 < \alpha < 1,8. \quad (2.1)$$

Розрахунок коефіцієнта нерівномірності руху робочої сили проводимо за формулою:

$$\alpha = R_{max} / R_{cp}, \quad (2.2)$$

де R_{max} – максимальна кількість робітників, люд.;

R_{cp} – середня кількість робочого персоналу, люд.;

$$R_{cp} = (Q_{заг} / T) \times 1,1, \quad (2.3)$$

де $Q_{заг}$ – загальна трудомісткість робіт, люд.-год.;

T – тривалість будівельних робіт;

1,1 – коефіцієнт, що враховує не вихід працювати з поважних причин.

Розрахунок об'ємів робіт формуємо у вигляді таблиці 2.1.

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026.ПОБ	Арк
						7
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок потреб в трудових ресурсах зведено в таблицю 2.2.

КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026.ПОБ

2.5 Визначення потреб в матеріалах та складських приміщеннях

Потреби на будівельні матеріали, обладнання, машини та механізми визначаються у специфікаціях, які являються складовою частиною проекту.

Доставка матеріалів та обладнання повинна здійснюватися чітко по графікам у відповідності вказаним нормам.

Обладнання та матеріали, що доставляються на будівельний майданчик проходить вхідний контроль метою якого є:

- Перевірка відповідності наявних матеріалів вказаним у супроводжувальній документації.
- Перевірка якості матеріалів та стану обладнання.
- Перевірка наявності необхідної технічної документації.
- Перевірка наявності необхідних сертифікатів, дозволів та іншої документації засвідчуючої правомірність застосування певних матеріалів та обладнання.

Площі складських приміщень визначаються в залежності від габаритів та кількості матеріалів, що складуються.

У нашому випадку складування ґрунту здійснюється вздовж траншеї. Оскільки ґрунт виймається з існуючої траншеї, шар чорнозему на ньому відсутній і потреби в його окремому складуванні не має. Плити перекриття також складуються вздовж траншеї на відстані яка дає можливість проводити їх зворотну укладку без переміщення крану.

2.6 Розрахунок машин і механізмів.

Для розрахунку потреб в транспортних машинах використовують формулу:

$$N = \Sigma P / (m \times Q), \quad (2.4)$$

де ΣP – сумарна кількість вантажу в вантажівці;

m – кількість днів, яка виділяється на перевезення;

Q – продуктивність вантажівки на один робочий день.

$$Q = n \times g \times k \times S, \quad (2.5)$$

де n – кількість робочих виїздів вантажівки, в одну зміну;

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026.ПОБ	Арк
						10
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

g – вантажопідйомність, за паспортними даними;

k – коефіцієнт вантажопідйомності;

S – кількість змін вантажівки на добу.

$$n = T_p / t_{\text{ц}}, \quad (2.6)$$

де T_p – кількість годин роботи вантажівки на одну зміну;

$t_{\text{ц}}$ – цикл роботи вантажівки.

$$t_{\text{ц}} = t_n + (2 \times l / v_{\text{ср}}) + t_p + t_m, \quad (2.7)$$

де t_n – це час який виділяється на навантаження машини;

l – відстань на яку перевозиться вантаж;

$v_{\text{ср}}$ – середня швидкість вантажівки;

t_p – час який виділяється на розвантаження;

t_m – час який виділяється вантажівці для маневру на майданчику.

Для будуть представлені розрахунку кількості вантажівок для перевезення труб, трубних виробів, лотків та плит перекриття.

1. Розрахунок в потребах вантажівок для перевезення труб:

$$t_{\text{ц}} = 0,75 + (2 \times 100 / 45) + 0,75 + 0,25 = 6,2 \text{ год.};$$

$$n = 8 / 6,2 = 1,3 (1,3 = 1 \text{ рейс});$$

$$Q = 1 \times 8 \times 0,8 \times 1 = 6,4 \text{ т/день};$$

$$\Sigma P = 17,77 + 34,88 = 53,65 \text{ т};$$

$$N = 53,65 / (6,4 \times 3) = 2,8 = 3 \text{ вантажівки.}$$

2. Розрахунок в потребах вантажівок для перевезення лотків та плит перекриття:

$$t_{\text{ц}} = 0,75 + (2 \times 100 / 45) + 0,75 + 0,25 = 6,2 \text{ год.};$$

$$Q = 1 \times 8 \times 0,78 \times 1 = 6,32 \text{ т/день};$$

$$V_{\text{л}} = 0,69 \text{ м}^3;$$

$$P_{\text{л}} = 0,69 \times 2500 / 1000 = 1,725 \text{ т.};$$

$$\Sigma P = 465 \text{ т};$$

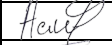
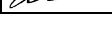
$$N = 465 / (6,32 \times 10) = 7,35 = 7 \text{ вантажівки.}$$

Таким чином нам потрібно транспортних 10 машин типу IVECO або FOTON.

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026.ПОБ	Арк
						11
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3.

ОХОРОНА ПРАЦІ

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026. ОП			
					Реконструкція теплових мереж у м. Інгулець	Стадія	Аркуш	Аркушів
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Н	1	18
Здобувач		Смоленко А.В..		06.2026	Охорона праці	ХНУМГ ім. О.М.Бекетова Кафедра ТГВ Група ЦІ 2023-1у		
Керівник.		Тарадай О.М.		06.2026				
Консультант.		Косенко Н.О.		06.2026				
Н. Контроль		Півненко Ю.О.		06.2026				
Зав.кафедри		Чайка Ю.І.		06.2026				

3.1 Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні

Основною метою охорони праці є створення та підтримання безпечних умов праці шляхом реалізації комплексу організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних і профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності працівників у процесі виконання виробничих завдань.

На об'єкті реконструкції системи теплопостачання питання охорони праці мають особливе значення, оскільки виконання будівельно-монтажних робіт пов'язане із застосуванням землерийної та вантажопідіймальної техніки, проведенням робіт у траншеях, теплових камерах та поблизу діючих інженерних мереж. У таких умовах працівники можуть зазнавати впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, зокрема дії рухомих машин і механізмів, піднятих вантажів, електрообладнання, а також ризику обвалення ґрунту чи травмування під час виконання монтажних операцій. Тому забезпечення належного рівня безпеки праці є необхідною умовою якісного та безаварійного виконання робіт з реконструкції системи теплопостачання.

Таким чином, під час проектування, виконання робіт з реконструкції та подальшої експлуатації теплових мереж у м. Інгuleць питання охорони праці повинні регламентуватися чинними нормативно-правовими актами України. Зазначені документи визначають організаційні, технічні та санітарно-гігієнічні вимоги щодо забезпечення безпечних умов праці, виконання будівельно-монтажних робіт, експлуатації інженерних мереж, а також захисту працівників від виробничих небезпек і професійних ризиків.

Нормативно-правове забезпечення охорони праці при реалізації проекту реконструкції теплових мереж включає такі основні документи:

- Закон України «Про охорону праці» [10];
- Положення про єдину державну систему цивільного захисту [11];
- Закон України «Про організацію трудових відносин в умовах воєнного стану» [12];

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026. ОП	Арк
						2
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

- Кодекс законів про працю України [13];
- Кодекс цивільного захисту України [14];
- ДСТУ ISO 45001:2019 «Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування» (ISO 45001:2018, IDT) [15].

Дотримання вимог наведених нормативних документів є необхідною умовою безпечного проведення робіт з реконструкції теплових мереж, забезпечення належного рівня виробничої безпеки, запобігання аварійним ситуаціям та збереження життя і здоров'я працівників на всіх етапах реалізації проєкту.

З метою запобігання виникненню аварійних ситуацій під час виконання робіт з реконструкції теплових мереж, зокрема пошкодженню трубопроводів, виникненню пожеж, опіків персоналу теплоносієм, обваленню ґрунту в траншеях та інших виробничих небезпек, а також для забезпечення надійної, безпечної та безперебійної експлуатації системи тепlopостачання, необхідно неухильно дотримуватися вимог чинного законодавства України з охорони праці та промислової безпеки.

Особливу увагу слід приділяти нормативно-правовим актам і галузевим документам, що регламентують порядок виконання будівельно-монтажних робіт, експлуатацію теплових установок і мереж, а також організацію безпечних умов праці для працівників.

До переліку основних нормативних документів належать:

- НПАОП 0.00-2.01-05 «Перелік робіт з підвищеною небезпекою» [16];
- ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві» [17];
- Правила технічної експлуатації теплових установок і мереж [18];
- Правила безпечної експлуатації тепломеханічного обладнання електростанцій і теплових мереж [19];
- Галузеві нормативні документи та стандарти, що регламентують монтаж, випробування, технічне обслуговування, ремонт і реконструкцію теплових мереж та обладнання систем тепlopостачання.

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026. ОП	Арк
						3
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Виконання вимог зазначених нормативних документів забезпечує мінімізацію виробничих ризиків, підвищення рівня безпеки праці, попередження аварій та створення належних умов для ефективної експлуатації реконструйованих теплових мереж.

Крім того, важливою умовою забезпечення належного рівня охорони праці та промислової безпеки під час виконання робіт з реконструкції теплових мереж є високий рівень професійної підготовки персоналу. Працівники повинні володіти ґрунтовними знаннями чинної нормативно-правової бази у сфері охорони праці, промислової та пожежної безпеки, своєчасно ознайомлюватися зі змінами в законодавстві та нормативних документах, а також постійно підвищувати свою кваліфікацію.

З метою підтримання належного рівня професійної компетентності працівники повинні проходити навчання, інструктажі, стажування та періодичну перевірку знань з питань охорони праці відповідно до вимог чинного законодавства. Систематичне оновлення знань і практичних навичок сприяє підвищенню рівня безпеки виконання робіт, зниженню виробничих ризиків та запобіганню виникненню аварійних ситуацій під час реконструкції та подальшої експлуатації теплових мереж.

3.2 Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек на об'єкті проєктування

Об'єктом реконструкції є тепла мережа міста Інгuleць, що забезпечує тепловою енергією багатоповерхові житлові будинки та об'єкти соціального призначення. Реалізація проєкту передбачає виконання комплексу будівельно-монтажних робіт, пов'язаних із демонтажем зношених ділянок трубопроводів, прокладанням нових теплових мереж, реконструкцією теплових камер, встановленням запірно-регулювальної арматури, а також монтажем сучасного теплотехнічного обладнання.

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026. ОП	Арк
						4
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

З метою виявлення потенційних небезпек, оцінювання виробничих ризиків та визначення шкідливих і небезпечних виробничих факторів проведено аналіз умов праці на робочому місці машиніста автомобільного крана (рис. 3.1). Під час реконструкції теплових мереж машиніст виконує вантажно-розвантажувальні та монтажні операції, пов'язані з переміщенням труб, залізобетонних елементів теплових камер, запірної арматури, технологічного обладнання та інших будівельних конструкцій.

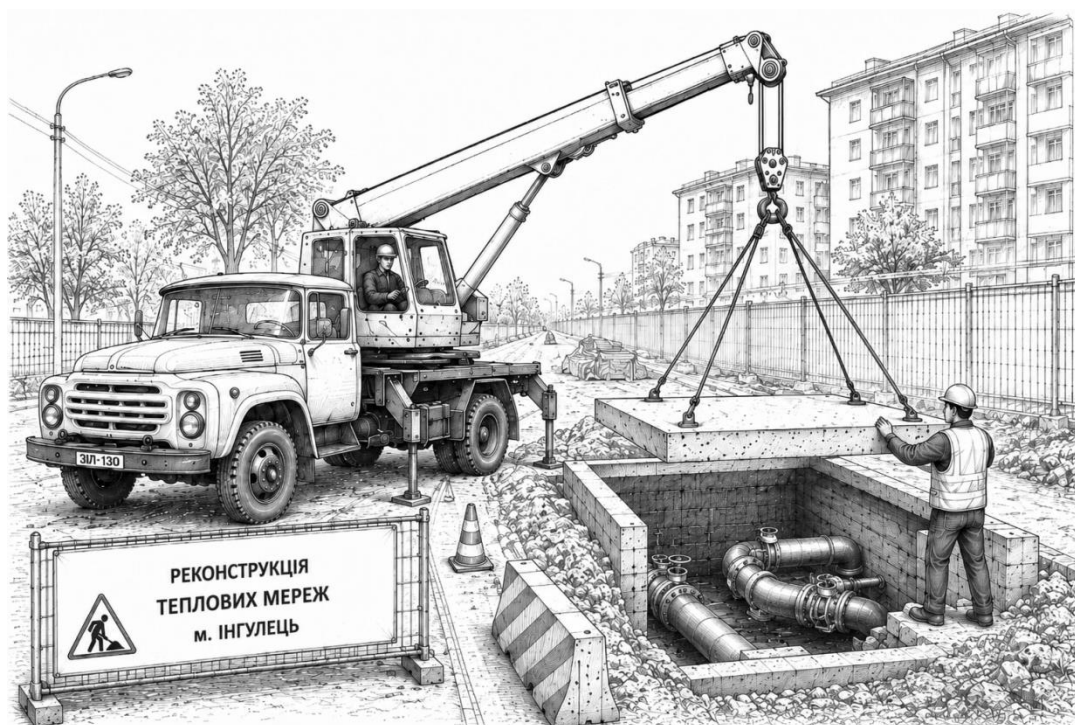


Рисунок 3.1 – Робоче місце машиніста автомобільного крана під час виконання вантажнопідіймальних робіт з реконструкції теплових мереж

Оскільки під час виконання своїх професійних обов'язків машиніст автомобільного крана перебуває під впливом небезпечних і шкідливих виробничих факторів різного характеру, зокрема фізичних, психофізіологічних, техногенних та виробничо-організаційних, необхідно провести їх ідентифікацію та аналіз відповідно до класифікації небезпечних і шкідливих виробничих факторів, установлені нормативно-правовими актами з охорони праці.

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026. ОП	Арк
						5
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

До *фізичних шкідливих факторів* належать підвищені рівні шуму та вібрації, що виникають у процесі роботи. Гранично допустимий рівень шуму для робочих місць з постійними перебуванням складає до 80 ДБа, проте в автомобільних кранах попередніх поколінь, виготовлених переважно у другій половині ХХ століття, які завдяки широкому поширенню, наявності ремонтної бази та можливості виконання основних вантажопідіймальних операцій продовжують і нині експлуатуватися на багатьох підприємствах теплокомуненерго та в інших комунальних організаціях, через розташування класичного карбюраторного двигуна (або дизеля) в передній частині, недостатню заводську шумоізоляцію, гідравлічну систему, механізми підйому вантажу та ходову частину, рівень шуму досягає 85-90 ДБа та негативно впливає на функціональний стан організму машиніста, спричиняючи швидко втому, зниження концентрації уваги, підвищену дратівливість і погіршення слуху. Вібрація, яка передається через робоче місце та органи керування, може викликати порушення діяльності нервової, серцево-судинної та опорно-рухової систем. Під час виконання вантажно-монтажних робіт машиніст також зазнає впливу несприятливих мікрокліматичних умов. У холодний період року на працівника впливають низькі температури, підвищена вологість і вітер, тоді як у теплий період можливий вплив підвищених температур та інтенсивного сонячного випромінювання. Несприятливі метеорологічні умови можуть призводити до погіршення самопочуття працівника, зниження працездатності та збільшення ймовірності помилкових дій під час керування вантажопідіймальною технікою. Одним із найбільш небезпечних виробничих факторів є наявність рухомих машин, механізмів та вантажів, що переміщуються. Під час виконання монтажних операцій існує ризик падіння або розгойдування вантажу, травмування працівників елементами вантажопідіймального обладнання, а також виникнення аварійних ситуацій унаслідок порушення стійкості крана. Особливу небезпеку становлять роботи в умовах обмеженого простору, поблизу будівель, інженерних комунікацій та діючих теплових мереж. Крім того, під час переміщення автомобільного крана будівельним майданчиком виникає ризик наїзду на працівників або зіткнення з іншими транспортними засобами та будівельною технікою.

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026. ОП	Арк
						6
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Імовірність виникнення нещасних випадків підвищується за недостатньої освітленості робочої зони, несприятливих погодних умов, складного рельєфу та нестійких ґрунтів, характерних для району виконання робіт, незадовільного стану під'їзних шляхів або недостатнього контролю за організацією виконання вантажопідіймальних робіт.

До *шкідливих факторів техногенного характеру* також належить можливість ураження електричним струмом під час роботи крана поблизу повітряних ліній електропередач або електрообладнання. Недотримання встановлених безпечних відстаней може призвести до виникнення аварійних ситуацій, пошкодження техніки та важкого виробничого травматизму. Крім того, район виконання робіт хоча й характеризується ґрунтами з достатньою несучою здатністю, проте потребують вжиття заходів щодо забезпечення стійкості укосів траншей, оскільки порушення технології виконання вантажопідіймальних робіт, атмосферні опади, розміщення будівельної техніки на краю виїмки можуть призвести до обвалу стінок траншеї та, своєю чергою, до травмування працівників, перекидання техніки, падіння вантажу внаслідок обриву стропувальних елементів, тощо.

До *психофізіологічних факторів* належить значне нервово-емоційне навантаження машиніста автомобільного крана, зумовлене необхідністю постійного контролю за процесом переміщення вантажів, дотриманням безпечних відстаней до будівель, споруд, інженерних комунікацій та інших об'єктів, розташованих у зоні виконання робіт, контролю за стійкістю вантажопідіймальної машини, правильністю стропування вантажів, узгодженістю дій зі стропальниками та іншими працівниками будівельного майданчика. Такий напружений стан організму може призводити до накопичення втоми, зниження швидкості реакції, погіршення концентрації уваги та збільшення ймовірності помилок під час керування вантажопідіймальною технікою.

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026. ОП	Арк
						7
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатковим небезпечним фактором є виконання робіт в умовах воєнного стану. Хоча район виконання робіт не є прифронтовим містом, проте потерпає від регулярних воєнних загроз, пов'язаних із ракетними обстрілами та застосуванням безпілотних літальних апаратів, що створює додаткові ризики для працівників під час виконання будівельно-монтажних робіт та вимагає необхідного виконання вимог законодавства у сфері цивільного захисту населення з дотриманням затверджених на підприємстві планів реагування на надзвичайні ситуації. У разі оголошення сигналу «Повітряна тривога» або виникнення інших загроз воєнного характеру всі роботи повинні бути негайно припинені, вантажопідіймальна та будівельна техніка приведена у безпечний стан, а працівники зобов'язані організовано залишити небезпечну зону та прямувати до найближчого укриття відповідно до затвердженого плану евакуації, оскільки дотримання зазначених заходів мінімізує ризики для життя і здоров'я працівників в умовах дії воєнного стану.

Згідно з вище наведеними даними, зведемо основні їх результати до таблиці 3.1

Таблиця 3.1– Небезпечні та шкідливі фактори, які виникають при виконанні професійних обов'язків машиніста автомобільного крана.

Фактор	Причина виникнення	Наслідки
Шум	Робота двигуна, гідравлічної системи, механізмів підйому та переміщення вантажів (стріла)	Втома, зниження уваги, погіршення слуху
Вібрація	Робота двигуна, ходової частини, гідравлічного обладнання та механізмів	Професійні захворювання нервової, серцево-судинної систем та опорно-рухового апарату
Несприятливі умови мікроклімату	Виконання вантажопідіймальних робіт на відкритому повітрі у різних погодних умовах	Переохолодження або перегрівання організму, зниження працездатності
Рухомі машини та механізми	Робота автомобільного крана, землерийної та будівельної техніки та інших транспортних засобів	Травмування персоналу внаслідок наїзду або контакту з рухомими частинами механізмів
Падіння або розгойдування вантажу	Порушення правил стропування та помилки під час виконання вантажопідіймальних робіт, несправність пристроїв	Легке а бо тяжке травмування персоналу, пошкодження техніки та конструкцій

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026. ОП	Арк
						8
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.1

Перекидання автомобільного крана	Недостатня міцність основи ґрунту, нестійке положення крана, перевищення допустимої паспортної вантажопідйомності	Травмування персоналу, пошкодження вантажопідіймальної техніки та споруд
Ураження електричним струмом	Робота поряд з повітряними лініями електропередач, пошкодження електрообладнання	Опіки, електротравми та летальні наслідки
Недостатня освітленість робочої зони	Виконання вантажопідіймальних робіт при несприятливих погодних умовах а бо в темну пору доби	Аварійні ситуації, підвищення ризику допущення помилкових дій внаслідок зниження видимості
Нервово-емоційне навантаження	Постійна координація дій зі стропувальниками, висока відповідальність висока концентрація уваги за переміщенням вантажу	Втома, зниження концентрації уваги, збільшення ймовірності помилкових дій під час керування краном
Воєнні загрози	Обстріли ракетами та РСЗО, атаки БПЛА, інші небезпеки спричинені умовами воєнної загрози	Травмування, загибель персоналу, пошкодження будівельної техніки та об'єктів будівництва

Дані таблиці 3.1 свідчать, що повністю усунути вплив виробничих факторів, що становлять небезпеку та шкідливість для персоналу під час виконання робіт з реконструкції теплових мереж практично неможливо, але можна суттєво знизити рівень професійного ризику шляхом впровадження комплексу організаційних, технічних та профілактичних заходів, спрямованих на забезпечення безпечних умов праці. Тому, подальше дослідження буде спрямоване на оцінку ризиків виникнення виявлених небезпек на робочому місці машиніста автомобільного крана, визначення ступеня їх впливу на безпеку праці та розроблення ефективних заходів щодо їх мінімізації. Реалізація запропонованих рішень сприятиме покращенню умов праці, зниженню рівня виробничого травматизму та професійної захворюваності, а також підвищенню безпеки виконання робіт під час реконструкції теплових мереж.

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026. ОП	Арк
						9
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті будівництва

Застосування ризик-орієнтованого підходу передбачає виявлення потенційно небезпечних виробничих факторів, оцінювання ймовірності їх реалізації та визначення можливих наслідків для персоналу, задіяного на об'єкті будівництва. Використання такого підходу дає змогу своєчасно розробляти та впроваджувати ефективні організаційні й технічні заходи, спрямовані на зниження рівня професійного ризику. У межах даного проєкту проведено оцінювання професійних ризиків на робочому місці машиніста автомобільного крана, який виконує вантажопідіймальні роботи під час реконструкції системи теплопостачання у м. Інгулець, яка включає демонтаж існуючих та прокладання нових ділянок теплових мереж, заміну застарілого обладнання й модернізацію елементів теплотранспортної інфраструктури.

Виконання професійних обов'язків машиніста автомобільного крана належить до робіт підвищеної небезпеки, оскільки процес пов'язаний з експлуатацією вантажопідіймальних механізмів, переміщенням вантажів у межах будівельного майданчика, роботою в умовах обмеженого простору та можливим перебуванням людей у зоні виконання робіт. Крім того, до основних джерел небезпеки можна ще додати рухомі частини крана, піднятий вантаж, можливість втрати стійкості машини, обриву стропів або вантажозахоплювальних пристроїв (гаків чи скоб), а також ризик ураження електричним струмом при роботі поблизу діючих повітряних ліній електромереж. Це зумовлює необхідність ретельного оцінювання професійних ризиків та впровадження відповідних заходів безпеки.

Оцінка професійних ризиків виконана із застосуванням матричного методу, який передбачає визначення рівня ризику на основі двох основних критеріїв: визначення категорії серйозності події та ймовірності її виникнення та наведена у таблиці 3.2.

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026. ОП	Арк
						10
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2 - Оцінювання ризиків для робочого місця машиніста автомобільного крана при виконанні своїх професійних обов'язків.

Небезпека	Категорійність серйозності	Рівень ймовірності	Індекс ризику	Класифікація ризику
Падіння машиніста з кабіни чи платформи крана при посадці, висадці або технічному обслуговуванні	III категорія	C	3C	Небажаний
Падіння, розгойдування вантажу під час виконання вантажопідіймальних робіт	I категорія	D	1D	Небажаний
Перекидання крана при нестійкому положенні або перевищенні допустимої паспортної вантажопідіймальності	I категорія	D	1D	Небажаний
Наїзд на працівника під час переміщення, маневрування або розвороту автокрана	I категорія	C	1C	Неприпустимий
Травмування струмом внаслідок наближення стріли крана до повітряних ліній електромереж або пошкодження електрообладнання	II категорія	D	2D	Небажаний
Вплив шуму	III категорія	B	3B	Небажаний
Вплив вібрації	III категорія	B	3B	Небажаний
Пожежа внаслідок несправності паливної, гідравлічної або електричної систем автокрана	II категорія	D	2D	Небажаний
Механічне травмування під час технічного обслуговування, ремонту або заміни вантажозахоплювальних пристроїв	III категорія	C	3C	Небажаний
Травмування уламками вибухонебезпечних предметів або внаслідок ракетних, артилерійських обстрілів та враження БПЛА у зоні проведення робіт	I категорія	D	1D	Небажаний

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026. ОП	Арк
						11
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Оскільки у проектні розглядаються роботи з реконструкції теплових мереж і задіяні й робітничий персонал та будівельна техніка, проведемо оцінювання ризику наїзду автокрана на працівника під час виконання вантажно-монтажних робіт на будівельному майданчику. Дана небезпечна подія може призвести до тяжких тілесних ушкоджень або летального випадку, тому за ступенем тяжкості наслідків її слід віднести до категорії I – катастрофічна. З урахуванням специфіки виконання робіт з реконструкції теплових мереж, необхідності переміщення автомобільного крана в межах будівельного майданчика, виконання маневрів в обмежених умовах та можливого перебування працівників у зоні руху техніки, імовірність виникнення зазначеної події оцінюється як C – випадкова. Відповідно до матриці оцінювання ризиків поєднання категорії тяжкості наслідків I та рівня ймовірності C відповідає індексу ризику 1C. Зазначений ризик належить до категорії неприпустимих, що потребує обов'язкового впровадження додаткових організаційних і технічних заходів безпеки. До таких заходів належать визначення та огороження небезпечної зони роботи крана, застосування попереджувальної сигналізації, забезпечення постійного керування переміщення вантажу за допомогою знакової сигналізації між машиністом і стропальником, призначення відповідальної особи за безпечне виконання вантажопідіймальних робіт, а також суворе дотримання вимог нормативних документів з охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних машин.

Аналіз професійних ризиків свідчить, що найбільшу небезпеку для машиніста автокрана становлять:

1. наїзд вантажопідіймальної техніки на персонал під час переміщення, маневрування або розвороту крана;
2. падіння чи неконтрольоване розгойдування вантажу під час виконання вантажопідіймальних робіт;
3. перекидання автокрана внаслідок порушення вимог безпечної експлуатації, перевищення допустимої паспортної вантажопідіймальності або недостатньої стійкості основи ґрунту на об'єкті виконання робіт;

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026. ОП	Арк
						12
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ураження струмом у разі наближення стріли крана до повітряних ліній електропередач чи пошкодження електрообладнання;
2. вплив небезпечних факторів надзвичайних ситуацій воєнного характеру.

Зазначені небезпеки характеризуються високою тяжкістю можливих наслідків і потребують особливої уваги під час виконання робіт з реконструкції теплових мереж, тому для зниження рівня виробничих ризиків необхідно впровадити заходи організаційного та технічного спрямування, перелік яких наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Заходи організаційного та технічного спрямування для зведення до мінімуму виробничих ризиків

Вид небезпеки	Заходи щодо зведення до мінімуму виробничих ризиків
Наїзд на працівника	оснащення автокрана звуковою та світловою сигналізацією; застосування сигнального одягу працівниками; використання сигнальника під час маневрування; огороження небезпечної зони роботи крана; заборона перебування сторонніх осіб у зоні дії крана.
Падіння або розгойдування вантажу	застосування справних вантажозахоплювальних пристроїв; дотримання схем стропування вантажів; використання знакової сигналізації між стропальником і машиністом; заборона перебування людей під піднятим вантажем.
Перекидання автомобільного крана	встановлення крана на спланованому та ущільненому майданчику; використання виносних опор; дотримання допустимої вантажопідймальності; заборона роботи при перевищенні допустимої швидкості вітру; контроль стійкості крана під час виконання робіт.
Травмування електричним струмом	дотримання безпечних відстаней до повітряних ліній електропередач; проведення інструктажу з електробезпеки; узгодження виконання робіт поблизу електроустановок; припинення робіт у разі виникнення небезпечних умов.
Вібрація, шум	використання засобів індивідуального захисту органів слуху; регулярне технічне обслуговування крана; забезпечення шумо- та віброізоляції кабіни; регламентовані перерви в роботі.
Пожежа	регулярне технічне обслуговування автомобільного крана; контроль справності паливної, гідравлічної та електричної систем; оснащення машини вогнегасниками; своєчасне усунення витоків пального та мастильних матеріалів.

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026. ОП	Арк
						13
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.3

Ризики воєнного характеру	забезпечення доступу до укриттів та шляхів евакуації; припинення робіт під час сигналу «Повітряна тривога»; організація оперативного оповіщення працівників; проведення інструктажів з питань цивільного захисту.
---------------------------	---

Впровадження запропонованих заходів організаційного і технічного спрямування дає змогу знизити більшість виявлених ризиків до прийняттого рівня, який відповідає встановленим вимогам охорони праці та промислової безпеки. Найбільшу небезпеку становлять ризики, пов'язані з експлуатацією вантажопідіймальної техніки, переміщенням вантажів, можливістю перекидання крана та виконанням робіт поблизу діючих інженерних та електричних комунікацій. Реалізація запропонованих заходів сприятиме суттєвому зниженню рівня виробничого травматизму, запобіганню аварійним ситуаціям і забезпеченню належних та безпечних умов праці під час виконання робіт з реконструкції теплових мереж.

3.4 Розробка організаційно-технічних, архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на покращення умов праці на об'єкті проектування

Для зниження рівня виявлених ризиків та забезпечення безпечних умов праці необхідно реалізувати рішення, що спрямовані на мінімізацію впливу небезпечних виробничих факторів та приведення рівня професійного ризику до нормативно допустимих значень.

1. Інструктажі та навчання з охорони праці. Перед початком виконання робіт усі працівники повинні пройти вступний та первинний інструктажі з питань охорони праці на робочому місці, а також перевірку знань вимог безпеки праці.

2. Допуск до роботи. До керування автомобільним краном допускаються особи, які досягли 18-річного віку, пройшли відповідну професійну підготовку, мають посвідчення машиніста автомобільного крана встановленого зразка, пройшли медичний огляд, навчання та перевірку знань з питань охорони праці й не мають медичних протипоказань до виконання вантажопідіймальних робіт.

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026. ОП	Арк
						14
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Сигнальне маркування. Зона роботи автомобільного крана повинна бути позначена попереджувальними знаками та огороженнями. Працівники, які перебувають у зоні виконання робіт, мають використовувати сигнальний одяг підвищеної видимості.

4. Організація праці та відпочинку. Для запобігання перевтомі та зниження нервово-емоційного навантаження машиністу автокрана необхідно забезпечити регламентовані перерви на відпочинок і приймання їжі.

5. Запобігання перекиданню автомобільного крана. Автомобільний кран повинен встановлюватися лише на спланованому та ущільненому майданчику з використанням виносних опор. Забороняється виконувати роботи на ґрунтах із недостатньою несучою здатністю, поблизу країв траншей і котлованів без дотримання нормативних відстаней, а також перевищувати встановлену вантажопідймальність крана.

6. Електробезпека. Перед початком робіт необхідно визначити розташування повітряних і підземних електричних комунікацій. Роботи поблизу ліній електропередач слід виконувати з дотриманням нормативних безпечних відстаней, а електрообладнання автомобільного крана має регулярно проходити технічний огляд і перевірку справності.

7. Захист від шуму та вібрації. Для зниження шумового та вібраційного навантаження рекомендується використовувати справні автомобільні крани із шумо- та віброізолюваною кабіною. Робоче місце машиніста повинно бути обладнане ергономічним сидінням з амортизацією та регулярно проходити технічне обслуговування.

8. Забезпечення нормативного мікроклімату. Кабіна машиніста автомобільного крана повинна бути обладнана справними системами опалення, вентиляції та кондиціонування повітря, що забезпечують комфортні та безпечні умови праці в різні пори року.

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026. ОП	Арк
						15
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Заходи цивільного захисту. На об'єкті реконструкції теплових мереж повинна бути забезпечена система оповіщення про надзвичайні ситуації та сигнали повітряної тривоги. Працівники мають бути ознайомлені з порядком евакуації та місцями розташування найближчих укриттів. У разі оголошення повітряної тривоги роботи необхідно негайно припинити, автомобільний кран привести в безпечний стан, а персонал організовано евакуювати до захисної споруди до відбою тривоги.

Висновок.

У результаті виконання розділу проаналізовано умови праці машиніста автомобільного крана під час реконструкції теплових мереж, визначено основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, оцінено професійні ризики та запропоновано заходи щодо їх мінімізації. Реалізація запропонованих рішень сприятиме підвищенню рівня безпеки праці та зниженню ризику виробничого травматизму.

Проаналізовано чинну нормативно-правову базу України у сфері охорони праці та цивільного захисту, що регламентує безпечне виконання робіт з реконструкції теплових мереж та встановлено, що забезпечення належного рівня безпеки праці потребує комплексного впровадження організаційних, технічних і профілактичних заходів на всіх етапах виконання робіт. Було проаналізовано умови праці машиніста автокрана під час реконструкції теплових мереж та визначено основні виробничі ризики та з'ясовано, що найбільш небезпечними є наїзд техніки на працівників, падіння вантажу, перекидання крана, ураження електричним струмом, вплив шуму та вібрації, а також ризики, пов'язані з воєнним станом.

За допомогою матричного методу було проведено оцінювання професійних ризиків для робочого місця машиніста автокрана та встановлено, що окремі небезпеки мають небажаний і неприпустимий рівень ризику, тому з метою їх зниження було запропоновано низку заходів, спрямованих на підвищення безпеки праці, запобігання нещасним випадкам та покращення умов виконання робіт.

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026. ОП	Арк
						16
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Для зниження рівня виробничих ризиків запропоновано та розроблено низку заходів, спрямованих на забезпечення безпечної експлуатації автокрана, підвищення електробезпеки, зменшення впливу шуму і вібрації, підтримання нормативних параметрів мікроклімату на робочому місці машиніста та організацію заходів цивільного захисту в умовах воєнного стану.

Отже, впровадження запропонованих заходів з охорони праці дасть змогу знизити рівень професійних ризиків, мінімізувати вплив небезпечних виробничих факторів та забезпечити безпечні умови праці під час реконструкції теплових мереж. Очікуваним результатом є підвищення рівня виробничої безпеки, запобігання аваріям і нещасним випадкам.

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026. ОП	Арк
						17
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаних джерел

1. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – Чинний від 2022–01–09. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2021. – 27 с.
2. Єнін П.М., Швачко Н.А. Теплопостачання. Навчальний посібник.- К.:Кондор. 2007.-244 с.
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія [Електрон. ресурс]. – Чинний від 2011–01–11. – Електрон. текст. дані. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. – 127 с. – Режим доступу: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_27_2010/5-1-0-929 , вільний (дата звернення: 05.06.2026). – Назва з екрана.
4. ДБН В.2.5-39:2008. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі [Електрон. ресурс]. – Чинний від 2009–01–01. – Електрон. текст. дані. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 56 с. – Режим доступу: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3200381547559519359?doc_type=2, вільний (дата звернення: 04.06. 2026). – Назва з екрана.
5. М.О. Шульга, О.О. Алексахін, Д.О. Шушляков Теплогазопостачання і вентиляція: навч. посіб. / ХНУМГ, Харків 2014. 191 с.
6. Методичні вказівки до виконання курсового проекту «Теплопостачання житлового мікрорайону та підбір обладнання центрального теплового пункту» з дисципліни «Теплопостачання» для здобувачів вищої освіти спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» (професійне спрямування «Теплогазопостачання і вентиляція») усіх форм навчання / Харків. нац. ун-т буд-ва і арх.-ри ; уклад. : І.О. Редько, В.І.Романтовський, О. В. Гвоздецький. Харків : ХНУБА, 2021. – 80 с.
7. Тарадай О. М. Теплозабезпечення : монографія. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025. – 297 с.
8. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. – Офіц. вид. – Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016. – 51 с.
9. С.А. Ушацький, Ю.П. Шейко, Г.М.Тригер та ін.. Організація будівництва . Підручник.-: Кондор, 2007

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026	Арк
						1
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Закон України «Про охорону праці» № 2695-XII від 14.10.1992р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>.

11. Положення про єдину державну систему цивільного захисту: Постанова КМУ від 09.01.2014 р. № 11 // Офіційний вісник України. – 2014. – № 8. – С. 341. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/11-2014-%D0%BF#Text>

12. Про організацію трудових відносин в умовах воєнного стану : Закон України від 15.03.2022 № 2136-IX (зі змінами та доповненнями). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2136-20#Text>

13. Кодекс законів про працю України: Закон України від 10.12.1971р. № 322-VIII (зі змінами та доп.). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08#Text>

14. Кодекс цивільного захисту України: Закон України від 02.10.2012р. № 5403-VI. (зі змінами та доп.). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17#Text>

15. ДСТУ ISO 45001:2019. Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування. – Чинний від 2021-01-01. – Київ: Укр НДНЦ, 2019. – 39 с.

16. НПАОП 0.00-2.01-05. Перелік робіт з підвищеною небезпекою : затв. наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 26 січня 2005 р. № 15. Київ, 2005.

17. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці та промислова безпека в будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12) / Міністерство регіонального розвитку та будівництва України. – Київ, 2009. – 120 с.

18. Правила технічної експлуатації теплових установок і мереж : затв. наказом Міністерства палива та енергетики України від 14 лютого 2007 р. № 71. Київ, 2007.

19. Правила безпечної експлуатації тепломеханічного обладнання електростанцій і теплових мереж : затв. наказом Міністерства праці та соціальної політики України від 15.11.2001 № 485. Київ, 2001.

					КРБ 192 ЦІ 2023-1у 2026	Арк
						2
Зм	Арк	№ докум.	Підпис	Дата		