

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання практичних робіт
з дисципліни «Технологія та організація ремонту міських інженерних комунікацій»
для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
ОП «Міське будівництво та господарство»

Вінниця 2023

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Технологія та організація ремонту міських інженерних комунікацій» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» / Вінниця, ВНТУ; уклад.: В. Р. Сердюк, К. В. Бауман – 2023.

Рекомендовано кафедрою БМГА, протокол № 23 від 29.05.23р.

.....

ПРАКТИЧНА РОБОТА №1

Тема: Аналіз існуючих методів реконструкції та обґрунтування варіанту модернізації мережі

Мета: 1) Розглянути існуючі сучасні методи ремонту інженерних комунікацій (можна не обмежуватися викладеним нижче матеріалом, застосовуючи також додатково інші джерела інформації).

2) Проаналізувати та обґрунтувати вибір більш доречного методу ремонту інженерної мережі згідно варіанту.

3) Більш детально дослідити обраний метод: послідовність технологічних операцій з ремонту мережі, необхідність в машинах і механізмах, особливості застосування даної технології у заданих умовах.

Основні відомості

З часом усі комунікації міст та населених пунктів старіють і потребують ремонту, реконструкції. Старіння підземних трубопроводних комунікацій призводить до аварій і зменшення пропускної здатності трубопроводів. Втрати води з мереж тепlopостачання можуть бути причиною піднімання рівня ґрунтових вод, що призводить до зсуву ґрунтів, руйнування будівель та споруд. Доволі часто відбувається розмивання ґрунту під автодорогами, що призводить до провалювання автомашин у вимиті порожнини (рис. 1, а). Нерідко наслідком аварій мереж тепlopостачання є фонтани води в містах (рис. 1, б). Особливо небезпечними є витoki природного газу з газових мереж міст, які можуть призводити до вибухів (рис. 2).

Фактично старі комунікації міст є постійною загрозою життю і здоров'ю мешканцям міст –“мінами” час і місце вибуху яких невідомі. В містах, де стан комунікацій незадовільний, доцільним є уникання місць просідання асфальту автодоріг, асфальту, бруківки тротуарів.

Другим негативним моментом є щорічні великі матеріальні втрати, які з року в рік збільшуються через аварійний стан підземних інженерних комунікацій. За офіційними статистичними даними витoki та не зафіксовані витрати води з систем тепlopостачання складають близько 15-20 % від усієї подачі води в рік, а в ряді міст втрати сягають 30-40 %.

З іншої сторони, практика експлуатації сталевих мереж тепlopостачання підтверджує їх ненадійність, що вимагає дострокової заміни дефектних ділянок трубопроводів уже через 10-15 років експлуатації (особливо діаметром до 300 мм). Аварійність металевих трубопроводів перевищує аварійність трубопроводів із полімерних матеріалів в 8-10 разів. Станом на сьогодні в більшості країн світу з розвиненою економікою більше 80 % трубопроводів, які вводяться в

експлуатацію після спорудження чи ремонту виготовлені із полімерних матеріалів. Причому загальновідомо, що міцнісні властивості сталевих труб, наприклад, в системах тепlopостачання, водopостачання використовуються тільки на 2...4%, що є наслідком монополізму чорної металургії.



а)



б)

Рисунок 1 – Наслідки аварій мереж тепlopостачання: а) провалування автомашин у вимиту порожнину; б) фонтан води

Традиційні траншейні технології ремонту теплогазових мереж є надзвичайно ресурсномісткими і пов'язані з виконанням великих обсягів земляних робіт, кріпленням стінок траншей, котлованів, перекриванням доріг, руйнуванням дорожнього полотна та зеленої зони, порушенням інфраструктури,

благоустрою міст, що вимагає збільшення витрат на відновлювальні роботи, ускладнює дорожній рух, спричинює соціальний дискомфорт. В щільно забудованих місцях, центрах міст, як правило, траншейна технологія ремонту теплогазових мереж є взагалі неприйнятною.



Рисунок 2 – Наслідки аварії мережі газопостачання



Рисунок 3 – Методи безтраншейного ремонту протяжних ділянок теплогазових мереж

Саме тому безтраншейні технології ремонту трубопроводів з протягуванням нової труби чи рукава виготовлених із полімерних матеріалів у дефектний металевий трубопровід, коли земляні роботи зведено до мінімуму або взагалі

відсутні є найефективнішим та найрентабельнішим рішенням проблеми відновлення теплогазових мереж.

За даними статистики в таких країнах, як Великобританія, Німеччина, Скандинавські країни, США 95 % усього обсягу робіт з ремонту підземних комунікацій виконується безтраншейними технологіями. В багатьох великих містах Америки та Західної Європи прокладати та реконструювати інженерні комунікації відкритим способом заборонено.

На сьогодні безтраншейними технологіями ремонту теплогазових мереж займаються багато зарубіжних науковців, фірм. Одними з найактуальніших праць, присвячених безтраншейним технологіям є [1-8].

За даними ДК Газ України та провідних експертів енергетичних програм аналітичного Центра Розумкова Українські теплогазові мережі безнадійно застаріли і їх знос перевищує 75 %. Їхній стан близький до критичного, про що свідчить збільшення кількості вибухів побутового газу в різних містах України, розривів теплових мереж. На кожні 100 км сталевих трубопроводів за один рік в середньому відбувається 55 аварій, причому з кожним роком стан погіршується. До того ж в Україні практично не розробляються і не впроваджуються безтраншейні технології ремонту тепло газових мереж міст та населених пунктів. Ці, а також цілий ряд інших чинників обумовлюють особливу актуальність розроблення та масштабного впровадження безтраншейних технологій реконструкції теплогазових мереж України. Як зазначено у низці досліджень зарубіжних учених, XXI століття стане сторіччям заміни всіх інженерних комунікацій, побудованих у XX столітті.

Масовість, висока вартість та жорсткі вимоги, які висувуються до ремонту та реконструкції теплогазових мереж, вимагають вирішення складних науково-технічних задач, вивчення та впровадження передових досягнень сучасної науки і техніки. Для розроблення і впровадження ефективних, економічних безтраншейних технологій ремонту тепло газових мереж міст України треба вивчати передовий світовий досвід, виділити найефективніші технології, встановити їх можливості, переваги та недоліки, розробити рекомендації з вибору сучасних технологій ремонту трубопроводів теплогазових мереж, мереж водопостачання, водовідведення міст України.

Здійснивши аналіз існуючих у світі методів безтраншейного ремонту протяжних ділянок теплогазових мереж їх класифіковано таким чином (рис. 3):

- протягування полімерної труби меншого діаметра в дефектний сталевий трубопровід – метод “труба в трубі”;
- протягування полімерної труби в дефектний сталевий трубопровід з розширенням протягнутої труби до її щільного прилягання до внутрішньої стінки дефектного трубопроводу – метод “U-лайнер”, метод “Swagelining”;
- протягування полімерної труби з руйнуванням дефектного трубопроводу;

- протягування синтетичного рукава в дефектний сталевий трубопровід – метод “Прімум Лайн”;
- вивертання синтетичного рукава в дефектний сталевий трубопровід – метод “панчоха”;
- нанесення цементно-піщаного або цементно-полімерного покриття на внутрішню поверхню дефектного сталевого трубопроводу.

Вибір методу безтраншейного ремонту залежить від:

- діаметру трубопроводу, кількості поворотів та їх кутів;
- потрібної швидкості виконання робіт;
- допустимого обсягу земляних і відновлювальних робіт;
- потрібної міцності та несучої здатності трубопроводу;
- кваліфікації персоналу та наявної техніки.

В деяких випадках для виконання поставлених цілей раціональним рішенням є комбінований метод ремонту.

Перед ремонтом трубопроводів теплогазових мереж будь-яким методом треба очистити їх внутрішню порожнину. Після чого контролюють якість очистки та геометрію (виявляють наявність вм'ятин, гофрів, та інших порушень) внутрішньої порожнини трубопроводу самохідними внутрішньотрубними відеокамерами (рис. 4).



Рисунок 4 – Контроль внутрішньої порожнини трубопроводу самохідною відеокамерою

Методом “труба в трубі” ремонтують прямолінійні ділянки трубопроводів теплогазових мереж (рис. 5). Даним методом можна ремонтувати трубопроводи, які мають наскрізні корозійні або інші дефекти стінки труби.



Рисунок 5 – Ремонт трубопроводу методом “труба в трубі” в місті Венеція

Протягувати нову полімерну трубу у дефектний сталевий трубопровід доцільно, якщо:

- дефектний трубопровід не має суцільних розривів;
- профіль та внутрішня геометрія дефектного трубопроводу дає змогу протягнути новий трубопровід у дефектний;
- існує можливість відключення ремонтваної ділянки трубопроводу на час виконання ремонтних робіт.

Методом “труба в трубі” дає змогу протягувати в дефектний сталевий трубопровід нові ділянки полімерного трубопроводу довжиною декілька сотень метрів при мінімальному об’ємі земляних робіт.

Зменшення прохідного діаметра труби значно не впливає на пропускну здатність трубопроводу через те, що гідравлічні характеристики полімерних труб значно кращі ніж сталевих.

Переваги методу “труба в трубі”:

- мінімальний об’єм земляних робіт. В більшості випадків виконується протягування з котловану в котлован (колодязя в колодязь, що означає повне виключення земляних робіт);
- роботи можна виконувати в колодязі (камері) будь-якого діаметра (полімерна труба повинна бути намотана на барабан);
- широка сфера застосування;
- довжина ремонтваної ділянки трубопроводу може складати до сотень метрів (залежно від діаметра, наявності поворотів, ґрунту, матеріалу ремонтваної труби тощо);

- відносна дешевизна;
- мінімальні технічні складнощі;
- відсутність ризику пошкодження інших трубопроводів, які проходять поряд з ремонтваним;
- міцний, довговічний матеріал протягнутого трубопроводу (термін придатності більше 50 років);
- додатковий захист полімерної труби від зовнішніх пошкоджень оскільки вона розміщена в сталевому трубопроводі;
- не потрібно додаткової техніки (компресорів, парогенераторів тощо).

Недоліки методу “труба в трубі”:

- велика матеріаломісткість та трудомісткість;
- незначне збільшення гідравлічних втрат в результаті зменшення діаметру ділянки трубопроводу;
- великий розмір монтажного майданчика у разі протягування полімерних труб не намотаних на барабан.

Метод протягування полімерної труби з руйнуванням дефектного сталевго трубопроводу застосовують тоді, коли треба зберегти або збільшити діаметр ремонтваного трубопроводу. Цим методом безтраншейно замінюють старі трубопроводи з сталі, чавуна, бетону, кераміки, азбестоцементу, пластику на нові труби з полімерних та інших матеріалів.

Під час протягування нової полімерної труби старий трубопровід руйнується розширювачем (рис. 6). Керамічні, бетонні, чавунні і азбестоцементні труби роздроблюються на частини і вдавлюються в ґрунт, а труби із сталі або синтетичних матеріалів розрізаються і розвальцьовуються. Цей метод руйнування передбачає, що зруйнована стара труба вдавлюється в ґрунт. Для протягування таким методом треба прикладати значні тягові зусилля, тому тягові засоби повинні бути відповідної потужні, а тяговий трос доцільно замінити на штангу.

Крім правильного підбору устаткування для протягування треба точно визначити тип ґрунтів в місці виконання робіт. В деяких типах ґрунтів розширювання легко виконувати, а для піску чи щільно ущільненої глини для зменшення тертя може знадобитись бентоніт. В кам'янистому ґрунті збільшення діаметра нового трубопроводу обмежене. Іншими чинниками, які повинні бути враховані є глибина ґрунтових вод, наявність скельних порід, доступність до місця виконання робіт. Крім того, слід особливу увагу приділити питанню наявності комунікації поряд з ремонтваним трубопроводом, оскільки існує реальна загроза їх пошкодження.



Рисунок 6 – Розширювач для руйнування дефектного металевго трубопроводу

Переваги методу протягування полімерної труби з руйнуванням дефектного сталевго трубопроводу:

- збереження або збільшення діаметра ремонтваного трубопроводу до 1,5 D з ;
- мінімальний об'єм земляних робіт. В більшості випадків виконується протягування з котловану в котлован;
- роботи можна виконувати в колодязі (камері) будь-якого діаметра (полімерна труба повинна бути намотана на барабан);
- не потрібно додаткової техніки (компресорів, парогенераторів тощо).

Недоліки методу протягування полімерної труби з руйнуванням дефектного сталевго трубопроводу:

- ризик пошкодження інших трубопроводів, які проходять поряд з ремонтваним;
- ризик пошкодження полімерної труби до зруйнованого дефектного трубопроводу;
- велика матеріаломісткість та трудомісткість;
- великий розмір монтажного майданчика у разі протягування полімерних труб не намотаних на барабан.

Методом протягування полімерної труби з розширенням протягнутої труби до її щільного прилягання до внутрішньої стінки дефектного сталевго трубопроводу ремонтують трубопроводи теплогазових мереж. Даний метод можна застосовувати навіть у разі наявності в дефектній трубі тріщин, зруйнованих ділянок або невеликих зміщень зварних з'єднань.

Технологія методу полягає в протягуванні у відновлювальний трубопровід поліетиленової труби, яка має тимчасово зменшений діаметр. Після протягування

спеціальним обладнанням відновлюють круглий переріз протягнутої поліетиленової труби. При цьому поліетиленова труба щільно прилягає до внутрішньої поверхні ремонтovanого трубопроводу.

Методом протягування полімерної труби в дефектний сталевий трубопровід з розширенням протягнутої труби поділяється на “U-лайнєр”, “Swagelining”.

U-подібні лайнери виготовляють з термопластичної полімерної труби діаметром від 80 до 1200 мм великої міцності попередньо деформованої в нагрітому стані у формі літери "U" і закрученої на барабан. Такі лайнери виготовляють з поліетилену або поліетилену, армованого полієфірним волокном, що дає змогу досягти його щільного прилягання до стінки дефектної труби після розширення. Лайнер протягують у дефектну ділянку трубопроводу (рис. 7, а). Тоді обидва кінці лайнера закривають спеціальними заглушками (рис. 7, б) і трубопровід розширюють до круглої форми тиском пари, яку подають машиною-парогенератором (рис. 7, в). В середину U-подібного лайнера пароповітряна суміш подається від парогенератора під тиском 0,1-0,3 МПа та з температурою 105 °С. Тривалість відновлення форми труби залежить від діаметра та довжини ремонтovanної ділянки трубопроводу і може становити від 3 до 5 годин. Після відновлення круглої форми полімерної труби вона повинна бути охолоджена. Для охолодження в неї треба подавати повітря під тиском не вище 0,3 МПа. Час охолодження залежить від діаметру трубопроводу і температури довкілля і може становити від 2 до 6 годин. Після охолодження U-лайнєра його за допомогою спеціальних з'єднувачів під'єднують до прилеглих ділянок трубопроводу (рис. 7, г).



а)



б)



в)



г)

Рисунок 7 – Безтраншейний ремонт трубопроводу U-лайнром:
а) протягування U-лайнера у дефектний сталевий трубопровід; б) U-лайнер підготовлений до розширювання; в) розширений U-лайнер; г) U-лайнер під'єднаний до прилеглої ділянки трубопроводу

Однією із найперспективніших технологій безтраншейного ремонту протяжних ділянок теплогазових мереж U – подібними лайнерами є технологія “Смарт Пайп” однойменної компанії “SmartPipe” (США). Технологія – Смарт Пайп дає змогу витримувати великий тиск (понад 5 МПа) і ремонтувати ділянки теплогазових мереж довжиною понад 16 кілометрів безтраншейним способом. Зменшення внутрішнього діаметру трубопроводу компенсується гладкою внутрішньою поверхнею лайнера.

Оригінальність технології Смарт Пайп полягає у застосуванні волоконно-оптичних давачів, вбудованих в лайнер (рис. 8). Система моніторингу в змозі виявити розрив або витікання продукту з відремонтованої ділянки трубопроводу. Волоконно-оптична система моніторингу призначена для безперервного виявлення загроз або аномалій під час протягування та експлуатації трубопроводу. Ця технологія, яка довела свою ефективність в багатьох європейських проектах, забезпечує можливість безперервного контролю температури та повздовжніх напружень у трьох або більше точках по колу труби. Кожен оптичний сенсор має кілька оптичних волокон. Навіть незначна зміна температури газу в газопроводі може свідчити про наявність мінімального витoku газу через стінку. Технологія Смарт Пайп дає можливість виявляти перепади температури понад $0,01^{\circ}\text{C}$ вздовж усієї відремонтованої ділянки [4].

Найважливішими особливостями технології Смарт Пайп, які роблять її унікальною є:

- портативна (мобільна) виробнича лінія, яка може бути встановлена на монтажному майданчику для одночасного виготовлення і прокладання лайнера в дефектний трубопровід;
- сучасні надміцні неткані матеріали, що дає змогу витримувати високі тиски.

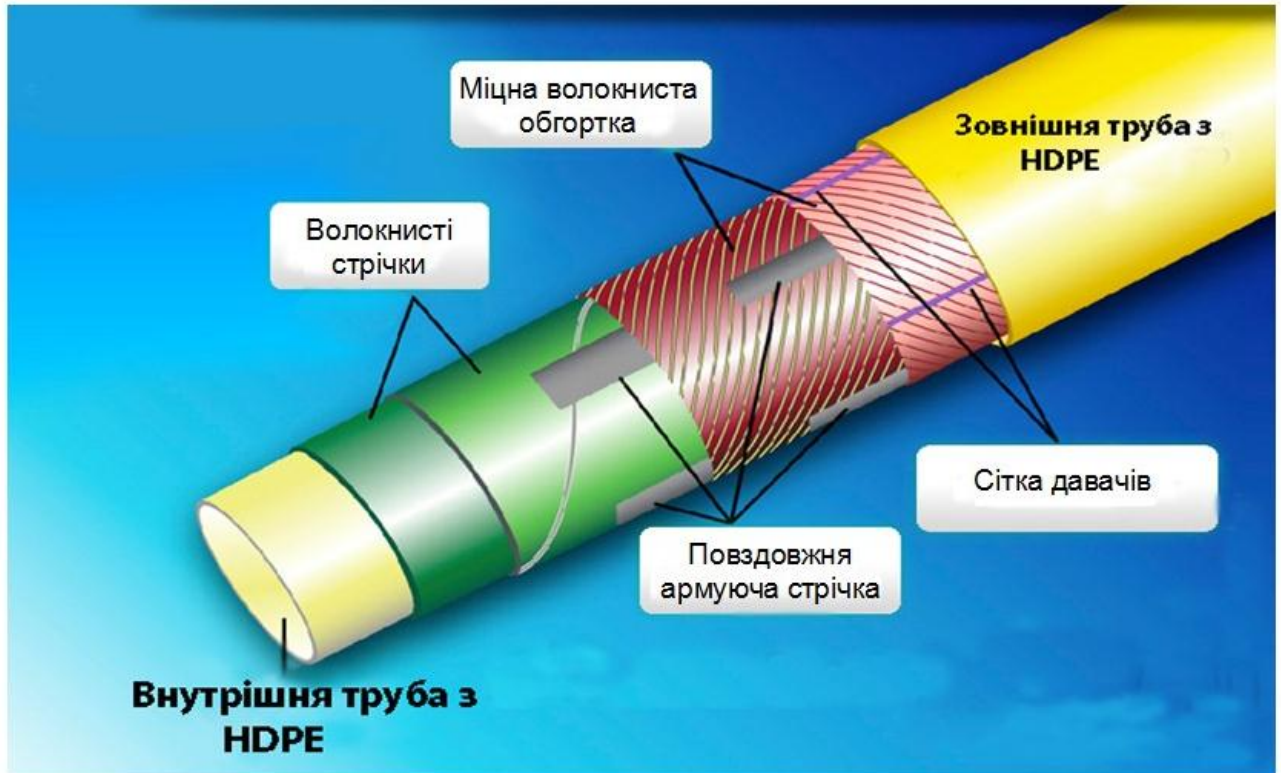


Рисунок 8 – Смарт Пайп

Технологія “Swagelining” призначена для ремонту трубопроводів теплогазових мереж діаметром від 100 мм до 1000 мм довжиною до 300 м (рис. 9, а). Вона полягає в протягуванні полімерної труби через спеціальну стискаючу матрицю (рис. 9, б), яка зменшує її зовнішній діаметр (рис. 9, в). Після чого полімерну трубу з зменшеним діаметром протягують в дефектний сталевий трубопровід (рис. 9, г). Тоді полімерну трубу розширюють до її щільного прилягання до внутрішньої стінки дефектного сталевого трубопроводу. Тимчасове термомеханічне стискання труби не призводить до порушення властивостей труб з термопластів зберігати ефект пам’яті початкової форми. Протягом короткого часу вони розправляються і щільно прилягають до внутрішньої стінки старого трубопроводу.

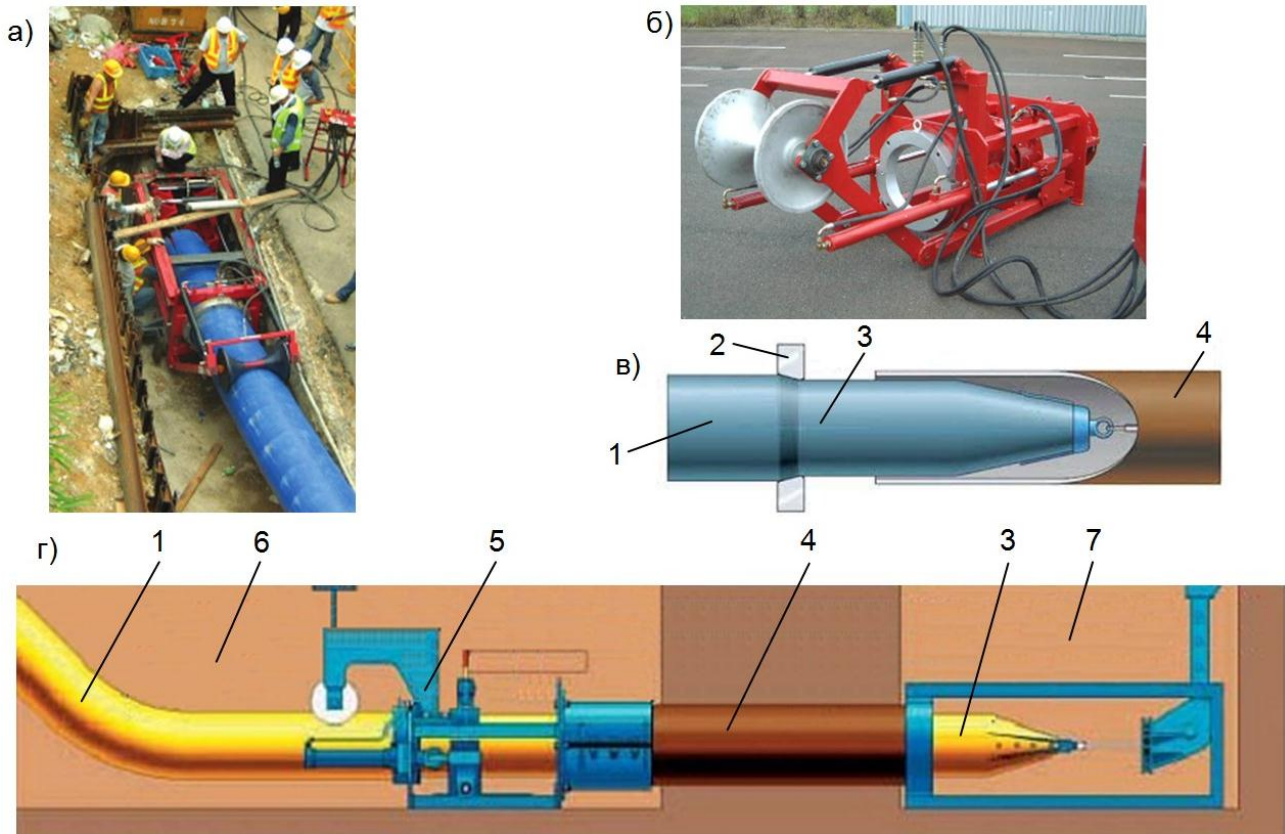


Рисунок 9 – Безтраншейний ремонт трубопроводу технологією Swagelining: а) робочий котлован; б) стискаюча матриця; в) стискання полімерної труби; г) загальна схема; 1 – полімерна труба до стискання; 2 – стискаюча матриця; 3 – стиснута полімерна труба; 4 – дефектний сталевий трубопровід; 5 – пристрій для стискання полімерного трубопроводу; 6 – робочий котлован; 7 – приймальний котлован

Переваги методу протягування полімерної труби з розширенням протягнутої труби до її щільного прилягання до внутрішньої стінки дефектного сталевий трубопроводу:

- виготовлення труб з поперечним перерізом на 30-40 % менше потрібного, що полегшує і пришвидшує їх транспортування і протягування “U-лайнера”, протягування “Swagelining”;

- велика міцність відремонтованого трубопроводу та захист від зовнішніх пошкоджень (сталевий трубопровід є каркасом для полімерної труби, яка щільно прилягає до нього);

- міцний, довговічний матеріал протягнутого трубопроводу (термін придатності більше 50 років);

- незначне зменшення внутрішнього діаметра ремонтного трубопроводу (зовнішній діаметр протягнутої полімерної труби після розширення відповідає внутрішньому діаметру відновлювального трубопроводу);

- довжина ремонтного трубопроводу може досягати 300 м (залежно від діаметра, наявності поворотів, ґрунту, матеріалу ремонтної труби тощо);

- широка гама внутрішніх діаметрів полімерної труби, що досягається підбором діаметра стискувочої матриці;
- можливість застосування у разі наявності в дефектному трубопроводі зруйнованих ділянок або невеликих зміщень зварних з'єднань;
- прокладена всередині ремонтovanого трубопроводу полімерна труба запобігає подальшій корозії металевих труб;
- мінімальний об'єм земляних робіт. В більшості випадків виконується протягування з котловану в котлован (колодязя в колодязь, що означає повне виключення земляних робіт);
- роботи можна виконувати в колодязі (камері) будь-якого діаметра (полімерна труба повинна бути намотана на барабан);
- мінімальні технічні складнощі;
- відсутність ризику пошкодження інших трубопроводів, які проходять поряд з ремонтovanим.

Недоліки методу протягування полімерної труби з розширенням протягнутої труби до її щільного прилягання до внутрішньої стінки дефектного сталевго трубопроводу:

- велика матеріаломісткість та трудомісткість;
- потрібна додаткова техніка (компресори, парогенератори тощо);
- великий розмір монтажного майданчика у разі протягування полімерних труб не намотаних на барабан.

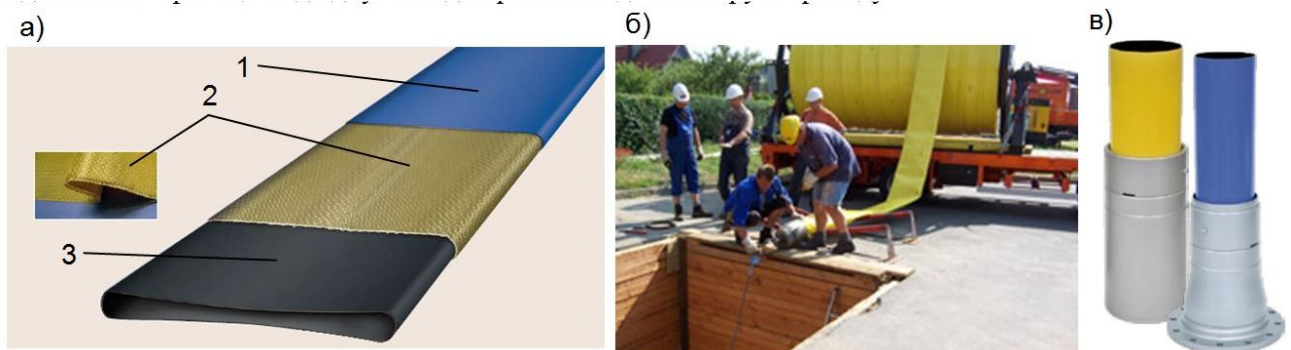


Рисунок 10 – Безтраншейний ремонт трубопроводу рукавом Примус Лайн: а) структура рукава; б) підготовка до протягування рукава; в) з'єднувачі; 1 – стійкий до стирання поліетилен; 2 – волокно кевлар (1 або 2 шари безшовної армованої тканини); 3 – термопластичний синтетичний матеріал

Метод “Прімус Лайн” однойменної компанії “Primus Line” (Німеччина) – полягає в протягуванні в дефектний сталевий трубопровід діаметром від 150 до 500 мм випробуваного на практиці рукава Прімус Лайн, який витримує високий тиск (рис. 10, а). Внутрішнє покриття рукава Прімус Лайн є термопластичним синтетичним матеріалом, який має малу гідравлічну шорсткість. Зовнішнє покриття складається із стійкого до зношування поліетилену. Між зовнішнім і внутрішнім покриттям містяться один або два шари тканини з арамідних ниток

(кевлару). Кевлар має найбільшу серед усіх волокон міцність на розрив. Найкраще співвідношення міцності і ваги кевлару означає, що всюди, де вага має вирішальну роль, елементи з кевлару забезпечують необхідну міцність і водночас, у багато разів легші за елементи з інших матеріалів.

Рукав Прімум Лайн протягують в очищений, обстежений трубопровід (рис. 10, б). Біля робочого котловану розміщують барабан з рукавом Прімум Лайн, а біля приймального – тяговий засіб. Після протягування рукав Прімум Лайн, який на кінцях має спеціальні з'єднувачі (рис. 10, в), зварюванням або з допомогою фланців під'єднується до прилеглих ділянок трубопроводу.

Переваги методу “Прімум Лайн”:

- незначне зменшення внутрішнього діаметра ремонтovanого трубопроводу (рукав Прімум Лайн щільно прилягає до внутрішньої стінки дефектного трубопроводу і має малу товщину стінки);

- висока міцність (витримує тиск до 2,5 МПа) і стійкість рукава до абразивного зношування;

- рукав “Прімум Лайн” є гнучким, що дає змогу ремонтувати протяжні ділянки довжиною до 1 км, які містять криві повороту до 30°;

- гладкість внутрішньої поверхні рукава, що зменшує опір потоку;

- відремontований трубопровід методом “Прімум Лайн” має гарантійний термін 50 років;

- мінімальний об'єм земляних робіт. В більшості випадків виконується протягування з котловану в котлован (колодязя в колодязь, що означає повне виключення земляних робіт);

- мінімальні технічні складнощі;

- відсутність ризику пошкодження інших трубопроводів, які проходять поряд з ремонтovanим;

- широка сфера застосування;

- не потрібно додаткової техніки (компресорів, парогенераторів тощо);

- незначні терміни виконання робіт і швидке відновлювання перекачування;

- невеликі розміри ремонтного майданчика.

Недоліки методу “Прімум Лайн”:

- відсутність виробників рукава “Прімум Лайн” в Україні;

- необхідність якісного очищення внутрішньої порожнини дефектного трубопроводу.

Методом “панчохи” (метод “фенікс”) (рис. 11, а) ремонтують трубопроводи теплогазових мереж діаметром більше 100 мм. Він є ефективним для ремонту ділянок трубопроводів, які містять такі кути повороту, що неможливо протягувати новий поліетиленовий трубопровід. Крім того, методом “панчохи” можна ремонтувати труби не круглого перерізу, наприклад овального або іншого. Такі трубопроводи можуть бути відновлені тому, що матеріал, який

застосовується для ремонту трубопроводів методом “панчохи” відрізняється гнучкістю.

Метод “панчохи” був розроблений в Японії для захисту трубопровідних систем від землетрусів, а до досконалості був доведений в Європі.

На відміну від методу “труба в трубі”, коли старий трубопровід є каркасом, ця технологія передбачає подальше функціонування відремонтованого трубопроводу, як робочого.

Кожен виробник виготовляє рукави з різних матеріалів, але в загальному вони є синтетичним полотном з поліефірних і нейлонових ниток товщиною – від 3 до 50 мм.

Перед реконструюванням трубопроводу методом “панчохи” треба якісно підготувати внутрішню поверхню старої труби (очистити до твердого (без корозії) металу і висушити).

Спочатку вимірюють і відрізають необхідну довжину рукава. Змащують його внутрішню поверхню двокомпонентним епоксидним клеєм за допомогою катка і змотують один кінець, а інший затискають в прикріпленому до трубопроводу або установленому на автомашині фланці (рис. 11, б). Тоді рукав тиском повітря, яке подають від компресора, вивертають внутрішньою стороною на зовні, як панчохи, проштовхуючи таким чином в дефектний трубопровід (рис. 11, в). Після вивертання сторона рукава просякнута епоксидним клеєм приклеюється до внутрішньої сторони труби. Для розладжування гофр та прискорення полімеризації епоксидного клею в рукав парогенератором нагнітають пар. В місцях бокових відводів вирізають отвори дистанційно керованим роботом.

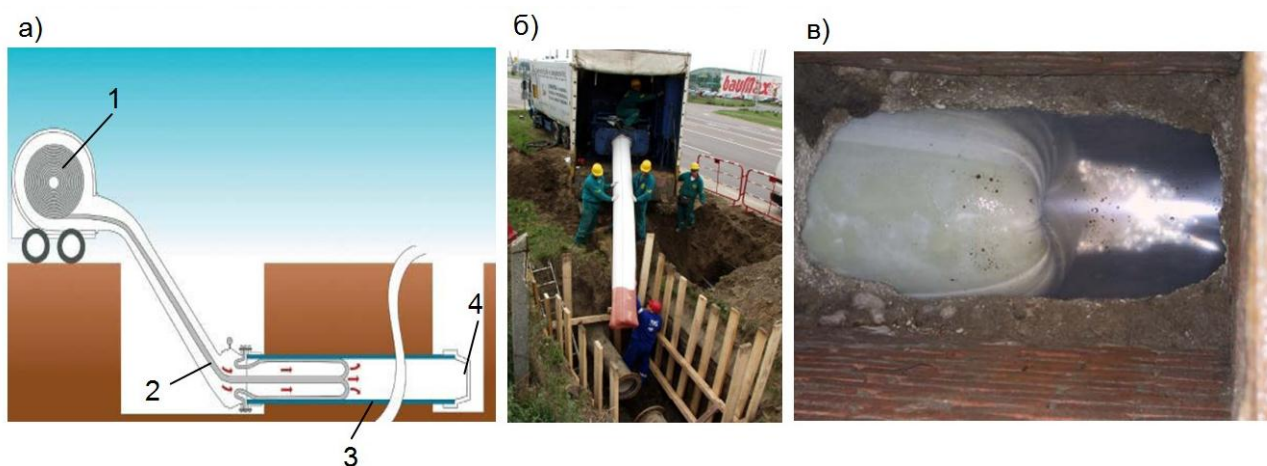


Рисунок 11 – Безтраншейний ремонт трубопроводу методом “панчохи”: а) загальна схема; б) проштовхування рукава з автомашини; в) проштовхування рукава в дефектний трубопровід; 1 – барабан з рукавом; 2 – рукав; 3 – дефектний трубопровід; 4 – заглушка

В тих місцях, де зварні з'єднання зміщені або повністю відсутні рукав створює плавний перехід.

Метод “панчохи” менш складний та трудомісткий, ніж метод протягування, але потребує більших витрат через велику вартість застосовуваних матеріалів і необхідність спеціального обладнання. Внутрішня поверхня рукава є гладкою, що забезпечує максимальну швидкість потоку і зменшує виникнення осаду.

Переваги методу “панчохи”:

- м'який синтетичний рукав може проходити кути повороту трубопроводів до 45°;
- незначне зменшення внутрішнього діаметра ремонтovanого трубопроводу (рукав щільно приклеюється до внутрішньої стінки дефектного трубопроводу і має малу товщину стінки);
- висока стійкість рукава до абразивного зношування;
- гладкість внутрішньої поверхні рукава, що зменшує опір потоку;
- можливість ремонту труб не круглого перерізу;
- мінімальний об'єм земляних робіт. В більшості випадків виконується протягування з котловану в котлован (колодязя в колодязь, що означає повне виключення земляних робіт);
- віддаль між котлованами (колодязями) може складати до 500 м;
- відсутність ризику пошкодження інших трубопроводів, які проходять поряд з ремонтovаним;
- широка сфера застосування;
- велика швидкість виконання робіт;
- невеликі розміри ремонтного майданчика.

Недоліки методу “панчохи”:

- відносна висока вартість матеріалів;
- потрібна додаткова техніка (компресори, парогенератори тощо);
- недостатня міцність матеріалу рукава;
- необхідність якісного очищення внутрішньої порожнини дефектного трубопроводу і повного її висушування;
- можливе нещільне прилягання рукава до внутрішньої стінки дефектного трубопроводу (особливо на кутах повороту, де можливе утворення гофрів), що суттєво впливає на міцність трубопроводу.

Методом нанесення цементно-піщаного або цементно-полімерного покриття на внутрішню поверхню дефектного сталевого трубопроводу ремонтують трубопроводи теплових мереж діаметром більше 300 мм. Цементнопіщані та цементно-полімерні покриття є надійним засобом ліквідації різного роду дефектів на внутрішній поверхні трубопроводу, а також мають добрі антикорозійні властивості.

Цементно-піщане або цементно-полімерне покриття наноситься методом центрифугування або відцентрового розпилення пневматичною або електричною металюною голлювою облицювального агрегату. Товщина покриття може становити від 3 до 16 мм залежно від діаметру ремонтваного трубопроводу та наявних дефектів в трубопроводі. До складу цементно-полімерного покриття, окрім смоли, входять волокнисті добавки на основі скла, які захищають трубопровід від корозії і абразивного зношування, гарантуючи водонепроникність стінок.

Облицювальний агрегат протягують всередині ремонтваного трубопроводу. Одночасно з нанесенням пневматичною або електричною металюною голлювою облицювального агрегату покриття розправляється розгладжу вальними лопатками (рис. 12). Така операція може бути виконана кілька разів до досягнення необхідної товщини захисного покриття.



Рисунок 12 – Нанесення цементно-піщаного покриття на внутрішню поверхню дефектного сталювого трубопроводу облицювальним агрегатом

Після закінчення виконання робіт трубопровід набуває багатшарової конструкції, внутрішня поверхня якого виконана з гладкого тонкостінного бетону. Контроль за процесом нанесення цементно-піщаного покриття полягає у вимірюванні товщини захисного шару і перевірки якості шліфування.

Переваги методу нанесенням цементно-піщаного та цементно-полімерного покриття:

- відносна простота виконання і низьку вартість ремонтних робіт, що становить близько 30% вартості нового будівництва;
- покриття зберігає свої властивості протягом тривалого терміну експлуатації – близько 50 років;
- довжина ремонтної ділянки залежить від діаметру і конфігурації трубопроводу і може досягати 240 м;
- запобігання корозії внутрішньої поверхні трубопроводів;
- запобігання мінеральних відкладень і біологічних обростань;
- тонка і гладка поверхня облицювання знижує гідравлічний опір і втрати напору в трубопроводі при незначному зменшенні внутрішнього діаметра;
- відсутність ризику пошкодження інших трубопроводів, які проходять поряд з ремонтним;
- усунення витоків за рахунок герметизування нещільностей;
- мінімальний розмір ремонтного майданчика;
- мінімальний об'єм земляних робіт. В більшості випадків роботи виконуються з котловану в котлован (колодязя в колодязь, що означає повне виключення земляних робіт);
- збереження якості питної та високоякісної технологічної води.

На основі своїх мікробіологічних властивостей, високої міцності, опірності механічним навантаженням, цементно-піщане покриття є ідеальним матеріалом для реконструкції систем водопостачання.

Лабораторні дослідження свідчать, що навіть якщо при нанесенні цементного розчину в захисному шарі утворилися тріщини, то з часом вони затягуються при взаємодії вологи, яка є в транспортованому продукті і цементного каменю з карбонатом кальцію.

Недоліки методу нанесенням цементно-піщаного та цементно-полімерного покриття:

- після нанесення покриття трубопровід може бути введений в експлуатацію тільки через 3-5 діб, тобто технологічний цикл процесу є відносно тривалим;
- метод неефективний у місцях зміщення труб у стиках, деформування трубопроводу, розгалуженої мережі трубопроводів (під час нанесення покриття може закупоритись відвід з малим поперечним перерізом);
- незначне збільшення гідравлічних втрат в результаті зменшення діаметру ділянки трубопроводу;
- наявність вздовж траси трубопроводу кутів повороту більше 11° , спусків та підйомів робить неможливим проходження облицювального агрегату. В даному випадку необхідно додаткове розкопування трубопроводу;

- у разі інтенсивної експлуатації трубопроводу можливе механічне (надлишкова проникність покриття, ерозія, поява тріщин (в основному внаслідок недотримання технології приготування і нанесення покриття)) або хімічне (вплив різних кислот, лугів, газів; біологічна корозія з утворенням сірководню) руйнування захисного шару.

Дані чинники треба враховувати під час прийняття рішення про ремонт трубопроводу цим методом, тому що в сукупності може виявитися, що дана технологія може бути недоцільна і, як підсумок, не буде досягнуто кінцевої мети проекту – відновлення міцних показників трубопроводу і гідравлічних характеристик потоку.

Дані фірм виконавців робіт дають змогу оцінити питому вагу реалізації вище вказаних методів безтраншейного ремонту трубопроводів:

- метод “труба в трубі” – 44-55 %;
- метод “U-лайнер”, метод “Swagelining” – 15-18 %;
- метод протягування полімерної труби з руйнуванням дефектного сталевого трубопроводу – 8-10 %;
- метод “Прімус Лайн” – 9-11 %;
- метод “панчохи” – 7-9 %;
- метод нанесення цементно-піщаного або цементно-полімерного покриття – 6-8 %.

Після ремонту теплогазових мереж більшістю методами безтраншейного ремонту зменшується внутрішній діаметр ремонтovanого трубопроводу. Але зменшення внутрішнього діаметра ремонтovanого трубопроводу, як правило, майже повністю компенсується зменшенням опору потоку, що зумовлене значно меншою шорсткістю полімерного матеріалу порівняно з шорсткістю старих металевих труб. Треба зазначити, що в деяких випадках такими технологіями ремонту можна збільшити пропускну здатність трубопроводу. Величина зменшення внутрішнього діаметра трубопроводу після ремонту визначається:

- міцністю ремонтovanого трубопроводу і розмірами його пошкоджень;
- робочим тиском;
- фізико-механічними властивостями ремонтного матеріалу;
- технологією ремонту.

Переваги безтраншейних технологій ремонту теплогазових мереж є очевидними і полягають в тому, що капітальні витрати на ремонт знижуються в середньому на 40-50%, а продуктивність робіт збільшується в рази, що дає змогу підвищити темпи виконання робіт. Відсутні значні труднощі з розкопуванням дефектних трубопроводів (влаштування котловану, колодязя необхідне тільки на одному кінці ремонтovanої ділянки трубопроводу, там де готують нову полімерну трубу, а в деяких випадках не потрібно взагалі. Так, наприклад, для ремонту гравітаційних трубопроводів можна обійтись без колодязя, застосовуючи труби з

замковим або різьбовим з'єднанням). Безтраншейні технології є ефективними у місцях щільної міської забудови. Не потрібно багатьох і часто дорогих та довготривалих узгоджень на виконання ремонтних робіт, не треба перекривати дороги, не руйнується дорожнє покриття, благоустрій міст. Характерною особливістю сучасних безтраншейних технологій є високий рівень механізації і мінімальні обсяги ручної роботи.

ПРАКТИЧНА РОБОТА №2

Тема: **Визначення технології ремонту мережі**

Мета: 1) Розглянути типові роботи, що здійснюються при ремонті мережі на прикладі капітального ремонту теплової мережі

2) Скласти свій перелік робіт, що відповідає наданому варіанту завдання.

3) Форма представлення складеного переліку робіт в табличній формі наведена у додатку А. Дозаповнити таблицю 1 додаток А орієнтуючись на свій перелік робіт та ДБН Д.2.4-1-2000 (https://dbn.co.ua/index/dbn_d_2_4/0-34).

Основні відомості

Розрахунок обсягів робіт ведеться в одиниця, що відповідають приведеним у збірниках ДБН.

Найбільш класичною конструкцією теплових мереж є прокладання їх в каналах з покриттям трубопроводів на місці виконання робіт підвісною ізоляцією, або в заводських умовах різними теплоізоляційними матеріалами (рис. 1)

До початку визначення об'ємів робіт слід побудувати поздовжній та поперечний профіль трубопроводу, що замінюється, у відповідності до заданих: довжини замінованих труб та глибини закладання труб на кінцевому пікеті. При побудові використати масштаби: вертикальний 1:100, горизонтальний 1:500.

Розглянемо детальніше роботи які передбачаються при ремонті чи реконструкції теплових мереж.

Земляні роботи

Ремонт теплових мереж супроводжується виробництвом земляних робіт, які інколи досягають суттєвих об'ємів. При ремонті теплопроводів доводиться виконувати наступні види земляних робіт: викопування траншей та котлованів з укладанням ґрунту у відвал або в транспортний засіб; вивезення ґрунту; засипка траншей та котлованів. Виробництво всього комплексу земляних робіт в умовах міста потребує особливої ретельності їх виконання.

Земляні роботи у порівнянні з іншими є найбільш трудомісткими, а тому виконуються механізованим шляхом, і лише в окремих випадках, коли немає можливості використовувати механізми, використовується ручний труд у невеликих об'ємах. Земляні роботи часто доводиться виконувати у стиснених умовах при відносно великих об'ємах робіт, що виконують вручну через стисненість, наявності великої кількості комунікацій, складнощів із застосуванням засобів механізації.

У містах, як правило, теплові мережі прокладені під проїзною частиною, тому перед початком земляних робіт виконується розбирання дорожнього покриття. Дорожнє покриття по бетонній основі вскривають на 10 см ширше верхньої частини ширини траншеї з кожного боку. Штучні дорожні матеріали зберігають для

повторного використання, асфальт відправляють на завод для переробки. При інших конструкціях їх розбирають на 25 см с кожного боку.

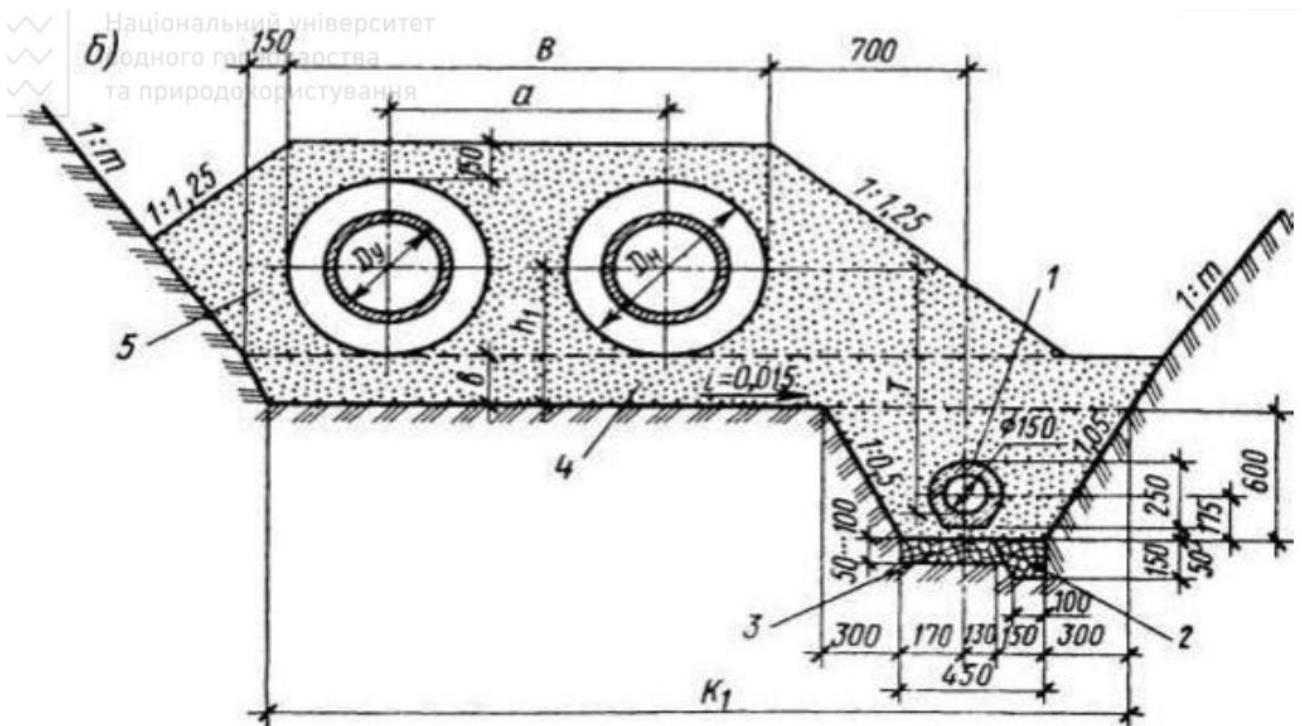
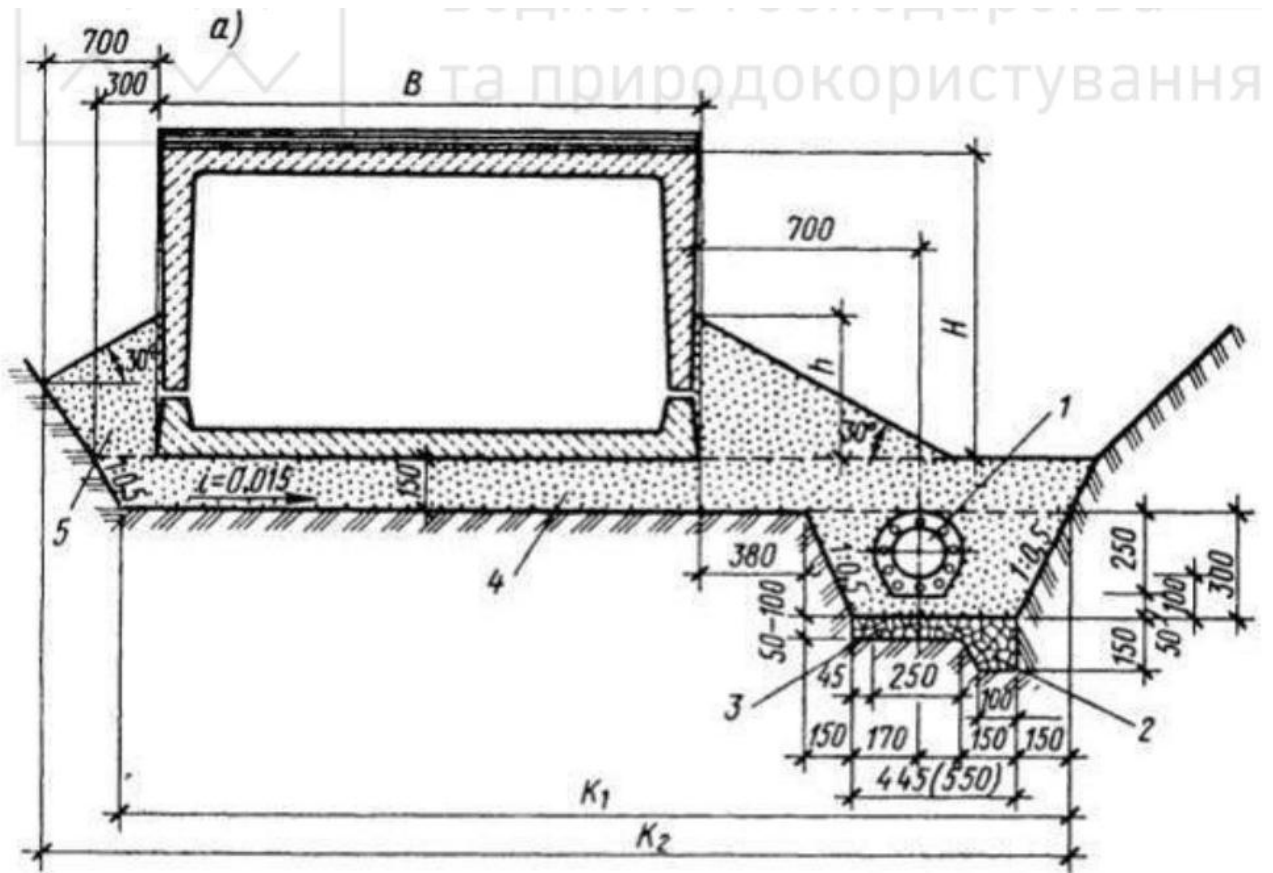


Рис.1 Конструкція тепломережі: а – канал з дренажем досконалого типу; б – безканална прокладка в траншеї з укосами і дренажем досконалого типу, 1 – трубо фільтр; 2- робочий дренаж з щєбеня, 3 – щєбень основи, втрамбований в ґрунт; 4 –

пісок основи з коефіцієнтом фільтрації не менше 20м/добу; 5 – пісок для обсіпання з коефіцієнтом фільтрації не менше 5м/добу; K_1 – для траншей з кріпленнями; K_2 – для траншей з відкосами

Булижні та асфальтові покриття розбирають за допомогою плужних засобів та розрихлювачів в причепі до тягача або автомобіля та кірковщиків. Покриття на бетонній основі та удосконалений дорожній одяг розробляють механічним бетоноломом, що встановлюють на автомобілі. У випадках, коли механізм застосувати неможливо або при малих об'ємах робіт використовують пневматичні відбійні молотки.

У випадках розміщення теплових мереж у міських зелених зонах, верхній рослинний шар ґрунту монтажної смуги знімають бульдозером та складають окремо й потім використовують при міському озелененні або відновленні (рекультивації) порушених посадкових земель. Рекультивація повинна бути виконана до настання холодів.

Після закінчення робіт по розбиранню дорожніх покриттів або видаленні рослинного шару ґрунту розпочинають розробку ґрунту в траншеї.

Розробка ґрунту в траншеях. Для розробки ґрунту в траншеях для тепломереж та котлованів під камери використовують однокішові екскаватори - самохідні машини циклічної дії. Ці землерийні машини призначені для риття та завантаження в транспортні засоби або відсіпання ґрунтів у відвал. Однокішові екскаватори мають ходове, силове та робоче обладнання.

За ходовим пристроєм будівельні екскаватори поділяються на гусеничні та пневмоколісні. Пневмоколісні екскаватори є більш мобільні, а тому широко застосовуються на малих об'єктах, що розміщені на значній відстані один від одного. На відміну від гусеничних ці екскаватори можуть швидко пересуватися по автомобільним дорогам, не деформуючи їх покриття. Пневмоколісні екскаватори широко застосовуються для виробництва земляних робіт у міських умовах. Екскаватори на гусеничному ході використовуються головним чином по бездоріжжю. Екскаватори бувають одномоторні та багатомоторні. Більшість однокішових екскаваторів, що застосовують на сьогодні, мають одномоторний привід. Як двигун використовують тракторні дизелі.

Однокішові екскаватори мають змінне робоче обладнання. Для виробництва земляних робіт використовують наступне змінне робоче обладнання: пряма лопата, обернена лопата, драглайн та грейферний ківш. Однокішові універсальні екскаватори, завдяки змінному обладнанню, можуть використовуватися як струги, копри, крани та інші. Для виробництва земляних робіт однокішові екскаватори характеризуються наступними основними параметрами: ємністю ковша, радіусами зрізання та вивантаження (у відвал та у транспортні засоби), глибиною зрізання, продуктивністю та видом ходової частини.

Для будівництва та ремонту теплопроводів у містах частіше за все використовують однокішсові екскаватори, що обладнанні оберненою лопатою ємністю до 0,5 м³. Вони копають траншеї прямокутного та трапецеїдального поперечного перерізу та залишають відвал ґрунту трикутного перерізу. Для копання траншеї великої ширини використовують драглайни, а при дуже глибоких виємках – грейфери. Ці механізми мають значно більшими радіусами зрізання та вивантаження, а також глибиною копання у порівнянні з оберненими лопатами. В залежності від обладнання, що використовується, ємності ковша та умов роботи екскаватори мають різну продуктивність, яка коливається у досить великих межах.

Однокішсові екскаватори мають ряд переваг. Головною з них є велика маневреність, тому вони часто застосовуються, як в умовах міста, так і в польових умовах. Однокішсові екскаватори на пневмоколісному ході достатньо мобільні. При цьому при пересуванні та роботі вони не пошкоджують дорожню одежу й тому можуть використовуватися на вулицях та проїздах з будь-яким дорожнім покриттям. Такі екскаватори можуть робити відвали, а також завантажувати ґрунт в автотранспорт. Однак однокішсовим екскаваторам притаманні деякі недоліки. Одним з головних недоліків будь-якого однокішсового екскаватора є те, що він при копанні не створює рівного дна, а тому за ним завжди доводиться робити підчищення дна, або бульдозером (при широких траншеях), або вручну.

Для виробництва траншейних робіт та копання котлованів найбільше розповсюдження отримали однокішсові екскаватори ємністю від 0,25 до 1 м³. На окраїнах або заміських ділянках, а також у тих випадках, коли необхідна велика ємність ковша, застосовують екскаватори на гусеничному ході. Це зазвичай буває, коли копають траншеї великої ширини. У цих же випадках для копання траншей та великих котлованів використовують драглайни.

Транспортування ґрунту. У обмежених умовах, коли ґрунт, що розробляють в траншеях та котлованах, неможна залишати біля місць розробки, його завантажують у транспортні засоби та вивозять до місць зворотного засипання других виїмок. При траншеях великих розмірів часто не має можливості розмістити у відвал ґрунт. У цих випадках ґрунт при копанні вивозять у кавальєр, а засипання виконують привезеним з кавальєру ґрунтом. Зайвий ґрунт необхідно вивезти на інші ділянки. Незалежно від того, чи є ґрунт зайвим чи ні, або є необхідність влаштування кавальєрів, вивезення ґрунту відбувається підчас копання траншей та котлованів з одночасним завантаженням ґрунту екскаватором в автомобілі-самоскиди.

Укріплення траншей та котлованів. Копання траншей та котлованів в усіх можливих випадках виконують без кріплення з влаштуванням відкосів, оскільки кріплення вимагає великих затрат матеріалів та праці, а виконання робіт при встановлених кріпленнях значно ускладнюється. Частіше кріплення влаштовують у випадках, коли глибина виїмки та розміри ремонтного майданчику не дає змоги влаштувати широкі поверху траншеї та котловани. В умовах ремонту у зв'язку з обмеженістю траншеї та котлованів переважно риють з верти-кальними стінками.

Для скорочення часу на виконання земляних робіт всі конструкції кріплень мають бути інвентарними. Кріплення бувають різноманітними в залежності від виду та глибини виїмки, а також від характеру ґрунту та його вологості.

Вертикальні стінки траншей глибиною до 3 м у зв'язаних ґрунтах природної вологості при відсутності ґрунтових вод закріплюють інвентарними щитами з прозорами (рис. 1, а).

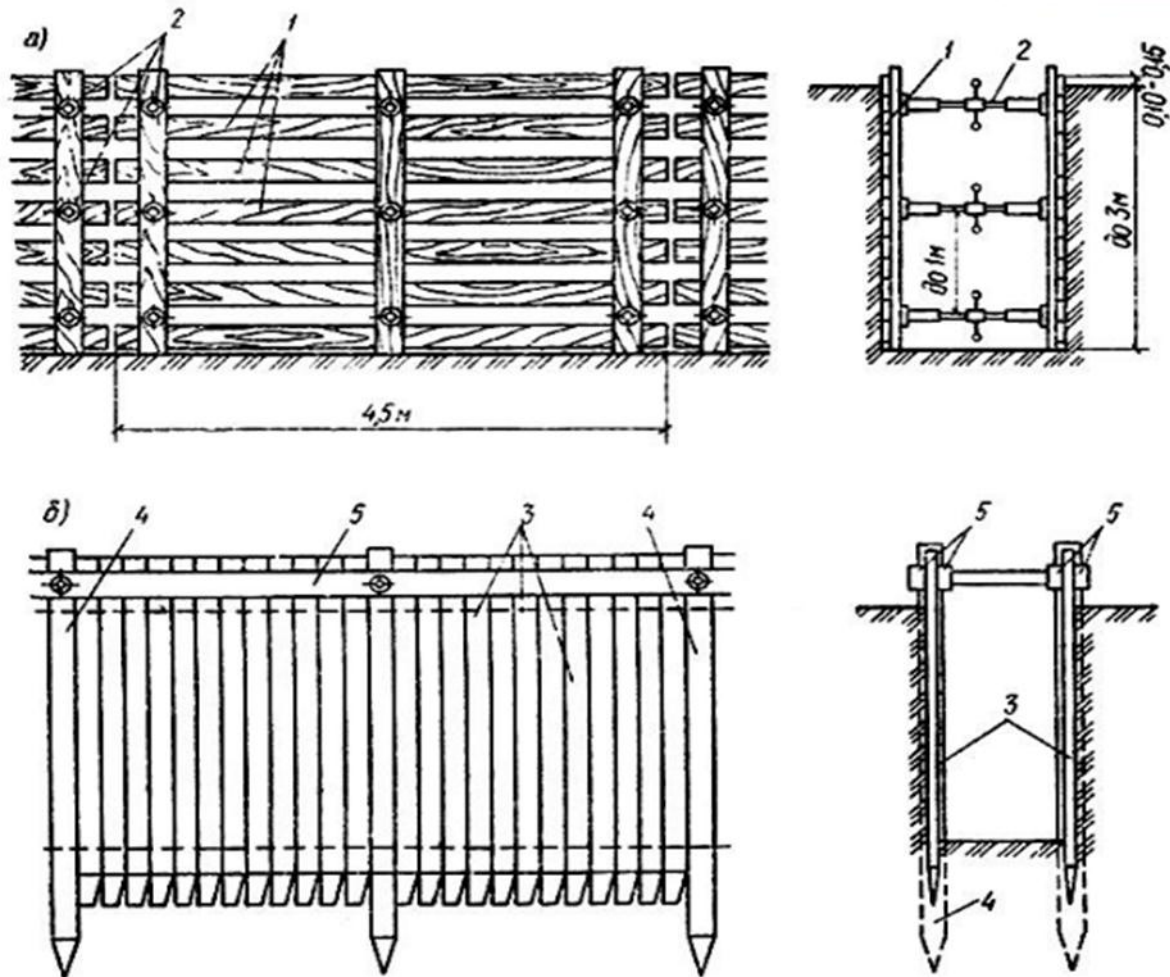


Рис. 1. Кріплення стінок траншей: а – щитами з прозорами; б – шпунтовим рядом; 1 – доски з прозорами; 2 – розсувна інвентарна розпірка; 3 – дерев'яний шпунт; 4 – сваї; 5 – напрямні бруски

За тих же ґрунтових умовах, але при глибині траншеї більше 3 м встановлюють суцільні кріплення без прозорів. Якщо ґрунти незв'язані або пошарової структури, то встановлюють суцільні кріплення незалежно від глибини траншеї. Кріплення (щити та дошки) утримуються за допомогою сталевих інвентарних розсувних розпорів, що встановлюють поперек траншеї. У водоносних ґрунтах при сильному притоці ґрунтових вод та можливому винесенні частинок ґрунту для кріплення стінок траншей та котлованів використовують шпунтову огорожу (рис. 1, б), яка може бути дерев'яною, металевою та залізобетонною у залежності від глибини та ширини виїмки.

Для котлованів досить часто використовують кріплення вертикальних стінок у вигляді палей із забиванням між ними дощок або брусків. Палі зазвичай бувають з прокатної сталі двотаврового поперечного перерізу. Номер двотавра, відстань між ними та товщина дощок визначається розрахунком. Кріплення з дощок встановлюють по мірі розробки виїмки. Шпунтові ряди та палі забивають до риття котлованів та траншей. Кріплення траншей та котлованів розбирають по мірі їх засипання (знизу вгору). В окремих випадках, коли розбирання кріплень може викликати просідання сусідніх споруд, кріплення не розбирають, а залишають їх у землі.

Захист від ґрунтових вод. При розриванні міських вулиць під час ремонтних робіт особливе значення набуває своєчасна та надійна боротьба з ґрунтовими водами. Залежно від характеру ґрунтових вод застосовують три методи боротьби з ними: водовідведення, водовідливання та штучне зниження рівня ґрунтових вод. Виробництво земляних робіт в умовах міста пов'язано з порушенням організованих стоків поверхневих вод. Тому до початку земляних робіт передбачають прокладання тимчасових тимчасові засоби таким чином, щоб випередити потрапляння дощових вод в траншеї.

Водовідведення на міських вулицях відбувається наступним чином. Якщо водовідвідні лотки та канали потрапляють під відвали ґрунту, то в них до початку земляних робіт прокладають водовідвідні просмолені лотки у вигляді коробів та жолобів.

Водовідливання виконують відкачуванням ґрунтових вод з траншей та котлованів. У понижених точках траншей та котлованів виривають невеликі приямки (зумпфи) для приймального стока ґрунтових вод. З цих приямків воду відкачують насосами з механічним приводом.

Штучне пониження рівня ґрунтових вод виконують зазвичай легкими (вакуумними) або ежекторними голкофільтровими установками. Голкофільтр представлений сталеву трубою діаметром 40–50 мм, що закінчується фільтровим завісом з великою кількістю отворів на його поверхні, через які всмоктується ґрунтова вода. Голкофільтри розміщують вздовж майбутньої траншеї (рис. 2) або по периметру майбутнього котловану. Для занурення в ґрунт голкофільтр встановлюють вертикально та через шланг, що приєднаний до верхньої частини голкофільтру, пускають воду. Струмінь, що виходить з торця, розмиває ґрунт під голкофільтром, який опускається на необхідну глибину під власною вагою. Голкофільтри з'єднують з водовсмоктуючим колектором, що приєднаний до насосного агрегату. Вакуум-насос відсмоктує воду з колектора. При відкачуванні води з ґрунту рівень її біля голкофільтрів знижується та утворюється межа між во-дноносним та осушеним ґрунтом у вигляді опуклої поверхні, яку називають депресійною. Вода, що відкачується з голкофільтрів відводиться по трубам за межі ділянки, яка осушується.

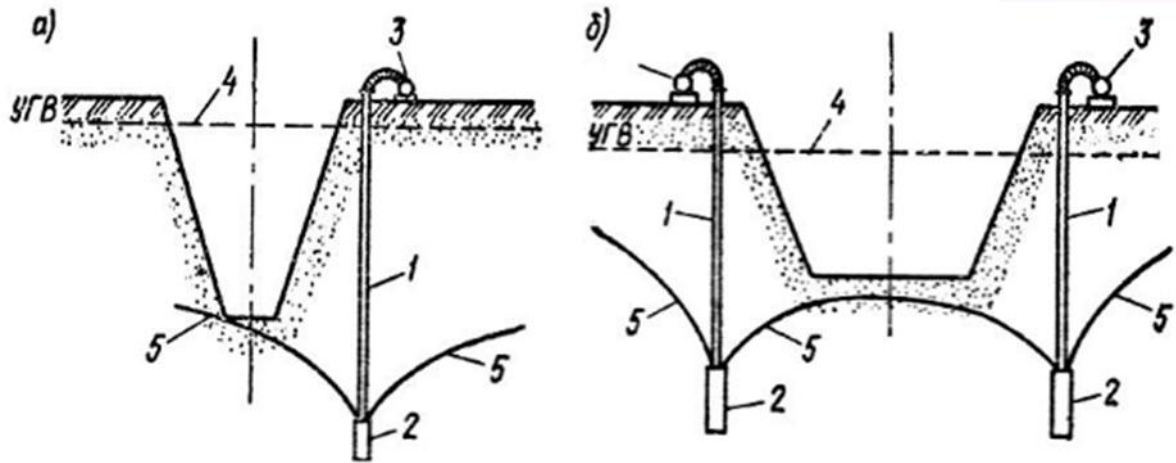


Рис.2. Встановлення легких голкофільтрів вздовж траншеї: а – однорядна; б – дворядна; 1 – голкофільтр (труба); 2 – фільтрава ланка; 3 – водовсмоктуючий колектор; 4 – рівень ґрунтових вод до пониження; 5 – депресійна крива (рівень ґрунтових вод після пониження)

Величина пониження рівня ґрунтових вод легкими голкофільтровими установками (ЛГУ) складає: при розміщенні голкофільтрів в один ряд 2–3,5 м; при розміщенні з обох боків траншеї або по замкнутому контуру котлованів 4–4,5 м. Ежекторні голкофільтри – це водоводяні насоси, в якій нагнітаєма вода соплом всмоктує ґрунтову воду. Вони знижують рівень ґрунтових вод одним ярусом на глибину 8–18 м. Штучне зниження рівня ґрунтових вод це ніби осушення ґрунтів, в наслідок чого їх розробку можна здійснювати звичайними методами. Для забезпечення нормальної розробки осушених ґрунтів необхідна цілодобова (без перерв) робота вищезгаданих установок.

Засипання траншей. Обернене засипання траншей та котлованів у загальному випадку включає доставку ґрунту, його вивантаження, вирівнювання та ущільнення. Ґрунт для оберненого засипання у багатьох випадках знаходиться не у місця його засипання, а на віддалені від нього. Засипання траншей та котлованів виконується одразу після закінчення ремонтних робіт. Засипання теплопроводів, прокладених у каналах та безканальним методом, виконують з великою обережністю, для того щоб не змістити трубопроводи та не пошкодити їх ізоляцію чи конструкцію каналів та камер. При засипанні ґрунт ретельно ущільнюють.

Роботи виконують у наступному порядку. При безканальному прокладанні до початку гідравлічного випробування трубопроводи присипають ґрунтом при цьому залишають незасипані стики. Ґрунт в пазухах ущільнюють одночасно з обох боків, вкладаючи його шарами товщиною не більше 20 см на висоту не менше половини діаметра трубопроводів. По закінченню гідравлічного випробування виконують засипання ґрунту шарами над стиками з ретельним ущільненням. Після цього трубопроводи засипають з пошаровим ущільненням по всій ширині траншеї на висоту не менше 50 см над верхом трубопроводів.

При прокладанні трубопроводів у каналах на початку виконують засипання пазух. До засипання здійснюють по закінченню всіх робіт, як по самому трубопроводу, так і по каналам та камерам. Засипання виконують з пошаровим ущільненням ґрунту з товщиною шару не більше 20 см одночасно з обох боків каналів. Засипання пазух з ретельним ущільненням виконують на рівні не менше 2/3 висоти каналу. Механічне вивантаження ґрунту в траншеї дозволяється виконувати після виконання вказаних вимог. Для цього зазвичай використовують бульдозери. У випадках прокладання тепломереж безпосередньо під проїзною частиною, засипання траншеї відбувається з підвищеними вимогами щодо ущільнення ґрунту, оскільки просідання ґрунту під дорожнім покриттям не допускається. В цих випадках доцільно застосовувати грейфери з наступним вирівнюванням та ущільненням ґрунту.

Технічні засоби для ущільнення ґрунту: а) самопересувні віброплити масою 150, 200, 270, 500, 700, 1100 та 1400 кг; б) електричні трамбівки масою 28, 80 та 160 кг; в) вібротрамбівки, що підвішуються до крана чи екскаватора, масою 2600 кг. Якщо ґрунт, в якому прокладені відремонтовані теплопроводи, виявляється не-придатним для засипання, його вивозять під час екскавації, а засипання виконують піском, особливо у тих випадках, коли передбачаються удосконалені дорожні покриття. Поза межею міської забудови чи на ділянках з відсутнім дорожнім покриттям, де допускається природне просідання ґрунту, після засипання траншей над ними встановлюють насипи з ґрунту із розрахунком на поступове просідання. В місцях просідання з часом виконують додаткове підсипання.

Виконання земляних робіт у зимовий час. Восени та взимку при від'ємних температурах повітря більшість вологовмісних ґрунтів різко змінюють свої властивості. Це пояснюється тим, що вода перетворюється на кригу та зв'язує мінеральні частинки ґрунту в тверде тіло, причому, чим більше води замерзне в ґрунті, тем міцніше стає ґрунт (капілярна вода замерзає при низьких температурах). В наслідок цього складність розробки мерзлих ґрунтів у порівнянні з талими значно збільшується. ґрунт промерзає в тих географічних районах, де спостерігається стійка від'ємна температура повітря у відносно тривалі періоди часу.

Глибина промерзання та твердість замерзлого ґрунту залежить від тривалості та величини зимових морозів, від характеру ґрунтів, від рівня ґрунтових вод, від наявності рослинного шару, листя чи хвої на поверхні землі, товщини снігового покриву та інших факторів. Для полегшення розробки мерзлих ґрунтів при виробництві земляних робіт використовують наступні заходи: випередження глибокого промерзання ґрунтів, відтавання мерзлих ґрунтів, розпушування мерзлих ґрунтів механізованими способами.

Запобігання глибокого промерзання ґрунтів виконують наступними основними способами: покриттям теплоізоляційними матеріалами (торфом, шлаком та інш.), переорюванням і боронуванням ґрунту або утримуванням снігового покриву, глибоким розпушуванням. Переорювання виконують плугами та розпушувачами з

тракторами на глибину не менше 35 см з наступним боронуванням на глибину 15 см. Затримання снігового покриву здійснюється влаштуванням валів з ґрунту або снігу, а також встановленням снігозатримуючих щитів. Глибоке розпушення виконують шляхом перелопачування ґрунту екскаватором на глибину можливого промерзання, але не більше 1,5 м. Орання та глибоке розпушення проводять до заморозків.

Розробка мерзлого ґрунту одноківшевыми екскаваторами з оберненою та прямою лопатою без попереднього розпушення допускається при товщині мерзлого шару до: 25 см з ємністю ковша 0,5–0,65 м³ та 40 см з ємністю ковша 1–1,25 м³. Мерзлий шар товщиною до 0,7 м подрібнюють падаючими вантажами, що підвішують до тросу стріли екскаватора або крана. Падаючі вантажі у вигляді кулі, грушоподібної форми та у вигляді клина виготовляють із сталевого литва. Подрібнення здійснюють самохідними та стріловими кранами або екскаваторами, що обладнані фрикційними лебідками. Сколювання ґрунту відбувається після декількох ударів по одному сліду. При глибині промерзання 1,3–1,5 м та великих обсягах мерзлого ґрунту застосовують вибуховий спосіб - найбільш економічний і ефективний. Однак цей метод використовують тільки на вільних від забудови територіях. На міських вулицях при великій товщині мерзлого шару застосовують екскаваторні розпушувачі або аналогічне змінне обладнання до тракторів та екскаваторів. Роботу організують при спільному розпушенні і розробці ґрунту.

Способи відтавання мерзлих ґрунтів виконують обмежено і лише в тих випадках, коли не можна застосувати інші більш економічні способи. Існують два основні методи відтавання ґрунту: поверхневий і радіальний (глибинний). Поверхневий спосіб полягає в тому, що відтавання ґрунту проводиться з поверхні землі нагрівальними елементами у вигляді електропечей або безпосереднім впливом вогню на мерзлий ґрунт. Поверхневий спосіб малоефективний і використовується при дуже малих обсягах робіт й товщині мерзлого шару менше 40 см.

Радіальний спосіб відігрівання використовують при товщині мерзлого ґрунту понад 40 см. Прогрівання ґрунту виконують за допомогою нагрівальних пристроїв у вигляді голок, які встановлюються в пробурені в мерзлому шарі свердловини. Голки можуть бути електричні, водяні циркуляційні (рис. 3) і парові.

Електричні голки виготовляють з труб довжиною 1–1,5 м. Всередині розміщують електричні нагрівальні елементи опору з ніхромового дроту. Встановлюють голки у пробурені свердловини. Водяні голки потребують влаштування спеціальної котельної, а теплопроводи – постійного нагляду, оскільки у сильні морози бувають випадки їх замерзання. Парові голки також потребують влаштування спеціальної котельної. Їм притаманний великий недолік: ґрунт рясно насичується водою, що для зимових умов робіт вкрай небажано. Водяні та парові голки неекономічні й використовуються досить рідко.

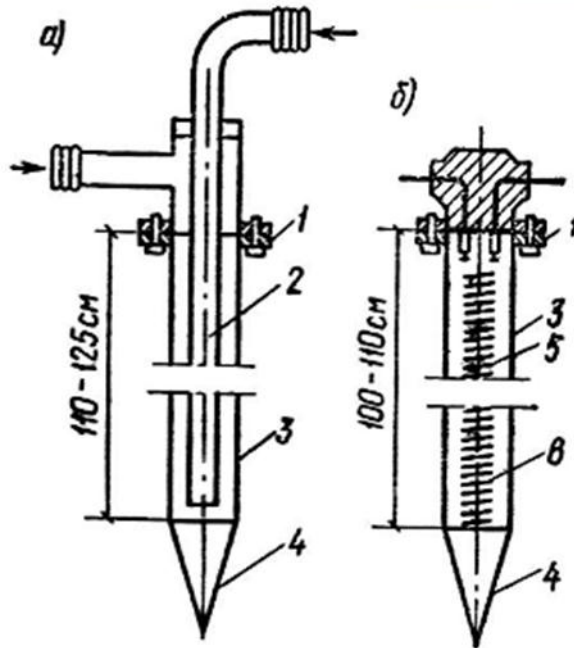


Рис. 3. Голки для відтанення ґрунту: а – водяна циркуляційна; б – електрична; 1 – фланець; 2 – внутрішня трубка; 3 – труба; 4 – наконечник; 5 – ніхромова спіраль; 6 – азбестовий порошок

Траншеї і котловани, що розробляють у зимових умовах, повинні бути захищені від промерзання ґрунту в основі шляхом недобору ґрунту або покриванням утеплювачами. Зняття утеплювача і зачистку основи виконують безпосередньо перед влаштуванням основ каналів або трубопроводів, а також камер. Засипку траншей і пазух котлованів в зимовий час ведуть за умови, що кількість мерзлих грудок в ґрунті не повинна перевищувати 15% загального обсягу засипання. Пазухи засипають талим ґрунтом. Траншеї, що розроблені в зимовий час, слід негайно після закінчення всіх робіт засипати на всю глибину талим ґрунтом з ретельним пошаровим ущільненням.

Зварювально-монтажні роботи

При ремонті теплових мереж використовують електродугове автоматичне, напівавтоматичне та ручне зварювання труб. Рідше застосовують електроконтактне зварювання. Ручне газове зварювання використовують для труб малих діаметрів (з товщиною стінки труб не більше 4 мм). Газ також широко використовується для різання труб.

Технологічний процес зварювання та черговість контролю встановлюється інструкціями монтажних організацій.

До зварювальних робіт з виготовлення, монтажу і ремонту трубопроводів можуть бути допущені тільки зварювальники, які склали випробування і мають посвідчення встановленого зразка. При цьому зварювальники можуть бути допущені до тих видів зварювальних робіт, які вказані в їх посвідченнях. Підчас

дощу, вітру та снігопаді зварювальні роботи з монтажу трубопроводів можуть виконуватися лише при умові захисту зварювальника та місця зварювання.

При виготовленні і монтажі трубопроводів повинні застосовуватися стикові зварні з'єднання. При приварюванні до деталей та елементів трубопроводів штуцерів (труб, патрубків), а також фланців та інших плоских виробів допускається застосування кутових і таврових зварних з'єднань. При товщині стінки деталей і елементів трубопроводів понад 15 мм кутові зварні з'єднання допускаються тільки з обробленням кромки. Розміщення зварних швів на зігнутих ділянках труб не допускається. Дозволяється застосування штампозварних колін (відводів) і розвилки з двома поздовжніми зварними швами за умови проведення 100% -ного контролю зварних з'єднань ультразвуковою дефектоскопією або просвічуванням. Для трубопроводів третьої і четвертої категорій допускається застосування зварних секторних відводів. Конструкція і геометричні розміри зварних трійників з труб, а також штуцерів (труб, патрубків), що вварюють на прямих ділянках трубопроводів, повинні задовольняти вимогам галузевих стандартів і технічних умов.

Відрізання труб і підготовка до зварювання. Труби під відрізок розмічають згідно з кресленням за допомогою сталеві рулетки, лінійки, кутника або по виготовленому шаблону. Ризки на поверхні труб наносять чертилкою. Відрізають труби відповідно до розмітки і перевіряють перпендикулярність торця по відношенню до утвореної зовнішньої поверхні трубних деталей накладанням кутника або пристроїв на базову поверхню довжиною не менше 100 мм. Під зварювання труби відрізають за допомогою трубовідрізних верстатів, переносних труборізів, газового різачка. Газове різання є найбільш поширеним способом поділу металів. Маловуглецева сталь при нагріванні до температури, що близька до температури плавлення, здатна горіти в струмені кисню. При кисневому різанні для нагрівання металу застосовується таке ж полум'я, як і при газовому зварюванні. Киснем ріжуть вуглецеві, конструкційні та низьколеговані сталі. Разом з тим в даний час створені та випускаються промисловістю високопродуктивні ручні машини і засоби малої механізації, що дозволяють значно збільшити продуктивність праці при виконанні трудомістких ручних робіт. Так, наприклад, застосування високошвидкісних шліфувальних машин з абразивними армованими кругами підвищує продуктивність праці на різанні та зачистці у 3–3,5 рази.

В теперішній час випускаються різноманітні типи високошвидкісних електричних та пневматичних шліфувальних машин, що обладнані абразивними армованими кругами. Абразивний круг це по суті багаторізцевий інструмент, оскільки кожне абразивне зерно круга виконує роботу різання подібно до різця. Процес абразивного різання відрізняється високою продуктивністю завдяки високій швидкості різання, більшій кількості ріжучих зерен та їх значній твердості. Абразивні зерна утримуються в крузі зв'язкою до тих пір, доки їм притаманна ріжуча здатність та відокремлюються від круга по мірі притуплення. Окрім того, під час різання рід дією тиску на інструмент відбувається сколювання зерен та

утворення на них нових гострих граней. Сукупність цих двох процесів забезпечує самозаточуваність кола та його безперервну, до повного спрацювання, працездатність.

Абразивні армовані круги можуть бути використані для виконання наступних основних операцій: різання труб і профільного металу з вуглицевих і легованих сталей; вирізки вікон в листовому металі; зачистки кореня зварного шва; зняття і зачистки фасок під зварювання у листовому металі і трубах; видалення дефектних зварних швів і т. д.

Кінці труб деталей і елементів трубопроводів, що сполучаються, перед складанням і зварюванням повинні бути очищені від забруднень, іржі та оксидів по крайках та прилеглим до них зовнішньої і внутрішньої поверхонь на ширину 10 ... 15 мм.

Одним з найбільш простих і ефективних способів зачистки металу від корозії, видалення окалини на різних профілях, трубах, зачистки зварних швів від шлаку, зняття задирок і округлення гострих кромки деталей і інших операцій, що виконуються при ремонті теплових мереж, є зачистка спеціальними металевими щітками з приводом від ручних машин. Основними типами щіток є радіальні і торцеві, які, в свою чергу, розрізняються за діаметром дроту, що застосовується, способу закладення і типу ворсу, довжині виступаючої частини ворсу, ширині і щільності робочої частини ворсу, зовнішньому діаметру і діаметру посадочного отвору. Зазначені металеві щітки можна використовувати на ручних шліфувальних машинах, що мають кутову, торцеву і пряму компоновку, шліфувальних машинах з гнучким валом, а також на спеціальних ручних машинах для приводу металевих щіток.

Зміщення кромки труб при їх стикуванні контролюють прикладанням контрольної лінійки. Відхилення розмірів елементів і вузлів трубопроводів від проектних не повинні перевищувати ± 3 мм на кожен 1 м. При цьому загальне відхилення повинно бути не більше ± 10 мм. Стики трубопроводів діаметром 920 мм і більше зварюються без залишкового підкладного кільця та повинні бути виконані з підварюванням кореня шва всередині труби. У стиках труб, що зібрані і зварюються на залишковому підкладному кільці, зазор між кільцем і внутрішньою поверхнею труби не повинен перевищувати 1 мм.

Допустиме відхилення від прямолінійності елементів і вузлів, що збираються, виміряне на відстані 200 мм в обидві сторони від стику, не повинно перевищувати 0,5 мм (рис. 4, а). Вимірювання виконують лінійкою 2 в трьох-чотирьох точках по окружності труби.

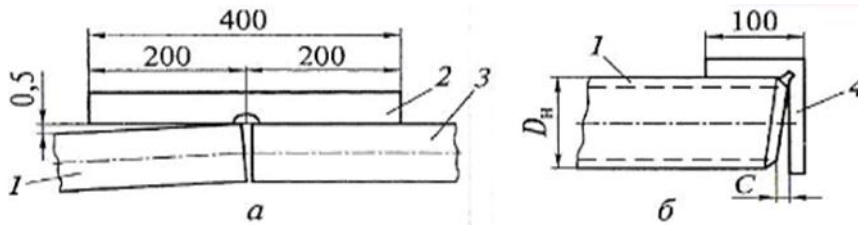


Рис. 4. Контроль прямолінійності (а) і неперпендикулярності торців (б) елементів, що зварюються: 1, 3 – елементи, що зварюються; 2 - лінійка; 4 - косинець

Неперпендикулярність C підготовлених під зварювання торців елементів і вузлів до осі (рис. 4, б), що виміряна накладанням кутника 4 на базову поверхню довжиною не менше 100 мм, в залежності від зовнішнього діаметра трубопроводу D_n , не повинна перевищувати:

Зовнішній діаметр, D_n , мм	до 133	159...219	273...325	377...630	більше 630
Неперпендикулярність торців осі труби C , мм	1	2	2,5	3	5

При збиранні стиків трубопроводів діаметром від 100 мм та більше з прямошовних електрозварних труб чи деталей їх поздовжні шви можуть бути зміщені один відносно одного не менш ніж на 100 мм, а діаметром менше 100 мм – на $1/3$ довжини окружності. В окремих випадках при двосторонніх поздовжніх швах допускається їх розташування по одній осі, якщо місця перетину поздовжніх швів з поперечним буде проконтролюватися неруйнівними методами дефектоскопії.

Вварювання штуцерів, бобишек та інших деталей в зварні шви, а також в гнуті деталі трубопроводів (в місця згину) НЕ допускається. Як виняток в місці вигину труби може бути уварений один штуцер (труба) внутрішнім діаметром не більше 20 мм.

Для поперечних стикових зварних з'єднань, які не підлягають ультразвуковому контролю або місцевій термічній обробці, відстань між осями сусідніх зварних швів на прямих ділянках трубопроводу повинна бути не менше 100 мм. Відстань від осі зварного шва до початку заокруглення (при розташуванні зварних з'єднань поблизу згинів) повинна становити не менше 100 мм.

При встановленні крутовигнутих та штампозварних відводів допускається розташовувати поперечні зварні з'єднання на початку заокруглення і зварювати між собою крутовигнуті відводи без прямої ділянки.

Для трубопроводів пари і гарячої води при кутових (таврових) зварних з'єднаннях труб і штуцерів з елементами відстань від зовнішньої поверхні елемента до початку вигину або до осі поперечного зварного шва повинна складати: для труб (штуцерів) із зовнішнім діаметром до 100 мм - не менше величини зовнішнього діаметра, але не менше 50 мм; для труб із зовнішнім діаметром від 100 мм і більше - не менше 100 мм.

Для забезпечення співвісності та зменшення овальності кінців труб і деталей, що стикуються, при складанні застосовують центруючі пристрої - центратори.

Залежно від розміщення щодо поверхні труби розрізняють центратори зовнішні (охоплючі) і внутрішні (розпірні).

Зовнішні центратори широко використовуються. За конструкцією є балочні (з одним шарніром) і безмоментні (багатоланцюгові, ланцюгові).

Зовнішній балочний центратор (рис. 8, а) складається з двох пар шарнірно з'єднаних півкілець, змінних роликів та ексцентрикового замку.

При зборці центратори розкривають і встановлюють на обох кінцях з'єднуваних труб. Такі центратори виготовляють на кожен діаметр труб в діапазоні 108 ... 530 мм. Зовнішній безмоментний центратор ЦНУ (рис. 5, б) це шарнірний пластинчастий багатоланцюжник з нажимними роликами 2 в шарнірах, який стягується гвинтом 3. Ланки мають виступи, в яких закріплені втулки з роликами. Крайня ланка забезпечена замком з запірною-натяжним пристроєм. Кінці труб, що стикаються, очищають від бруду і іржі, зближують між собою так, щоб одержати необхідних зазор між кромками. На майбутній стик накладають центратор, причому ролики його заходять на рівні відстані як на одну, так і на іншу трубу. Потім центратор замикають в замку, і за допомогою важеля обертають гвинт, що упирається в черевик, що, в свою чергу, спирається на трубу. При натягуванні ролики центратора щільно притискаються до обох кінців труб.

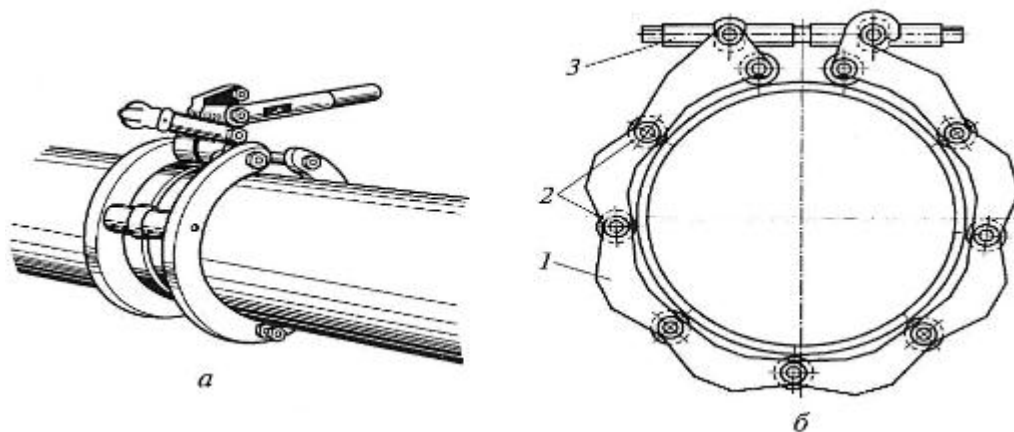


Рис. 5. Зовнішні центратори: *а* – балочний; *б* – безмоментний: 1 – звено; 2 – нажимні ролики; 3 – гвинт

Центратори виготовляють двох типів: ЦНУ-400 – для труб діаметром 133...426 мм та ЦНУ-1220М – для труб діаметром 426...1220 мм. Універсальність центраторів при переході з одного діаметру труб на інший досягається зміною числа ланок 1.

Зовнішні центратори через різницю товщини стінок труб та деталей, що стикаються, а також, через відхилення їх діаметрів (периметрів) не завжди забезпечують необхідну точність зборки. *Внутрішні центратори*, на відміну від зовнішніх вводять всередину труб під майбутній стик. Застосовують їх для труб великих діаметрів на будівництві і ремонті магістральних трубопроводів.

При відсутності центруючих пристроїв стики труб необхідно прихопити в двох-трьох місцях, шляхом накладення коротких зварювальних швів (захваток).

Захватки повинні виконуватися зварниками, що мають кваліфікацію не нижче необхідної для виконання даних зварних з'єднань. Нижче наведені характеристики захваток в залежності від діаметра труб:

Внутрішній діаметр труб, мм	До 150	150-200	250-400	500-600
Мінімальна кількість і довжина захваток, мм	2×30	3×35	3×50	$(3-4) \times (60-70)$
Висота захваток, мм	0,4-0,6% товщини стінки труб			

Електроди, що застосовують для захваток або зварювальний дріт повинні бути тих же марок, що і для зварювання основного шва.

Електродугове ручне зварювання труб. Ручна дугове зварювання поворотних і неповоротних стиків труб з товщиною стінок до 8 мм виконується один шар, а труб з товщиною стінок від 8 мм і вище - в два-три шари електродними різних діаметрів. Число шарів і діаметри електродів в залежності від товщини металу наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Характеристика зварних швів

Товщина металу, що зварюється, мм	Число шарів	Діаметр електродів для кожного шару, мм		
		перший	другий	третій
2	1	2		
3-4	1	3-4	-	-
5-7	1	4-5	-	-
8-10	2	4-5	6-7	-
10-15	2	4-5	6-8	-
15-20	3	4-5	6-8	8-10
Більше 20	3	4-5	8-10	10-12

Технологія ручного зварювання поворотних стиків зводиться до наступного. Перший шар накладають на верхнє півколо стиків секції. Після цього секцію повертають на 180° і зварювання першого шару відбувається на другому півколі стику. Другий шар накладають в напіввертикальному положенні шляхом поступового повертання труби. Другий шар шва, як і перший, виконують з увігнутою поверхнею валика. Третій шар накладають аналогічно другому, але поворот труби роблять у зворотному напрямку. Третій, останній шар повинен мати опуклу рівномірну поверхню. Перехід від наплавленого металу до основного повинен бути рівномірним по всій довжині шва.

Накладення окремих шарів шва неповоротних стиків роблять у такий спосіб. Перший шар всього стику проварюють оберненоступінчатим швом, при цьому замок першого шару розташовують в точці zenіту труби або поблизу неї. Другий шар шва зварюють від низу до верху, а замок зміщують від точки zenіту на 50-70

мм. Зварювання виконують по черзі або одночасно по обидва боки труби. Аналогічним чином зварюють третій шар шва, причому замок зміщують від зеніту в протилежну сторону. Поверхня кожного шару, крім останнього, повинна бути увігнутою і зачищеною від шлаку. Необхідно також, щоб замикаючі ділянки (замка) верхнього шару не співпадали з замками нижнього шару. Після закінчення зварювання зварювальник зобов'язаний наплавити близько стику присвоєне йому клеймо. Клеймо наплавляють або вибивають на відстані 30-50 мм у кожного звареного стику.

Автоматичне зварювання під шаром флюсу це процес, при якому зварювальна дуга горить, оточена рідкою оболонкою розплавленого шлаку, що ізолює розплавлений метал від впливу газів атмосфери. Під впливом високої температури дуги відбувається плавлення як присадочного, так і основного металу труби, в наслідок чого зварювальна ванна представлена розплавленою масою металу і флюсу. При включенні електричного струму зварювальної дуги в процесі охолодження вони поділяються на шлак, який спливає і кристалізується, утворюючи склоподібну шлакову кірку, і на метал, який, кристалізуючись, утворює зварювальний шов. Автоматичне зварювання ведеться при безперервному обертанні труби, над якою нерухомо встановлена зварювальна головка.

Автоматичне зварювання під флюсом виконують: по першому шару, що зварений вручну, тими ж електродами, якими проводилась захватка стиків; по першому шару шва, виконаного автоматичним зварюванням під шаром флюсу, - всередині труби діаметром 720 мм і більше; по першому шару шва, виконаного напівавтоматичного або автоматичною зваркою в середовищі вуглекислого газу.

Автоматичне зварювання виконують в базових або заводських умовах на автозварювальних установках, що обладнанні зварювальними головками, які призначені для безперервної подачі електродного дроту і флюсу в зону горіння дуги, для направлення електроду на розбір стику і для підведення струму до електроду. Режим зварювання на установках в залежності від діаметру труб, що зварюються і заварюваного шару наступний: струм - 450-950 А, напруга 40-55 В. Автоматичне зварювання під шаром флюсу використовується для з'єднання поворотних стиків труб в пари або секції, а також при складання вузлів камер, і інших конструкцій.

Зварювання труб в середовищі вуглекислого газу. Цей вид зварювання, що одержав назву газоелектричним, є одним з найбільш досконалих способів зварювання, при якому електрична дуга горить у струмені вуглекислого газу. Струмінь вуглекислого газу омиває розплавлену ванну металу і захищає її від шкідливого впливу кисню та азоту повітря. Великою перевагою газоелектричного зварювання в середовищі вуглекислого газу є, по-перше, можливість використання її в різних просторових положеннях, чого не вдається досягти при зварюванні під шаром флюсу, і, по-друге, можливість зварювання стиків труб без підкладних кілець, з повним проваром кореня шва.

Дуже часто зварювання в середовищі вуглекислого газу використовують для зварювання першого шару шва або цілком поворотних стиків труб. Зварювання першого шару поворотних стиків в середовищі вуглекислого газу виконують газоелектричними полуавтоматами і автоматами. Наступні шари шва по завареного першому шару можна виконувати автоматичним зварюванням під флюсом. Установки газоелектричним зварювання складаються з джерела електричного струму, стаціонарного пункту електрогазового харчування в комплекті з автоматами або полуавтоматами. Джерелами електричного струму можуть бути міська мережа або пересувні електростанції з напругою 380 В.

Напівавтоматичне зварювання стиків виконують полуавтоматами, що складаються з переносного механізму подачі електродного дроту, утримувача зі шлангом і пульта керування. Шланговий держатель полуавтомата слугує для підведення зварювального струму, електродного дроту і вуглекислого газу в зону зварювання. Утримувач складається з рукоятки, мундштука і сопла для подачі до дуги. У рукоятці держателя вмонтовані дистанційні вимикачі зварювального струму і електродвигуна механізму подачі електродної дроту. Газоелектричний напівавтоматичне зварювання виконується при режимі: зварювальний струм 180-220 А, напруга на дузі 24-26 В.

Автоматичне зварювання поворотних стиків в середовищі вуглекислого газу виробляють автоматами, що складаються зі зварювальної головки, вузла подачі дроту з касетою і пульта управління. Зварювальний дріт діаметром 1,2-1,4 мм надходить в редуктор головки, який призначений для подачі електродного дроту з одночасним коливанням її разом з газовою камерою поперек шва. Вуглекислий газ надходить до зварювальної ванні через газову камеру. Зварювальна головка розміщується на опорному кронштейні автомата, де також знаходяться касета з електродним дротом і пульт управління. Режим зварювання: напруга на дузі 22-26 В, зварювальний струм першого шару 200-260 А, для другого і наступних шарів 180-200 А.

Газове зварювання. Газовою називається таке зварювання, при якому нагрівання і плавлення, кромки металу що з'єднуються, виробляються зварювальним полум'ям, що одержують при спалюванні ацетилену в струмені кисню. Ацетилен, згораючи в струмені чистого кисню, дає полум'я з температурою 3050-3150 ° С.

Зазор між кромками деталей, що зварюються, заповнюється металом присадного дроту, який розплавляється одночасно з кромками. Газове зварювання можна застосовувати для з'єднання труб різних діаметрів з товщиною стінок до 4 мм. При товщині понад 4 мм необхідно застосовувати електродугове зварювання. Газове зварювання неповоротних стиків треба виконувати в один шар, від низу до верху з кожного боку труби при горизонтальному положенні труб, а поворотних стиків - також в один шар і в одному напрямку. Якість зварного з'єднання в

основному залежить від правильності підготовки деталей для зварювання, від якості основного металу і зварювального дроту.

Контроль якості зварювання сталевих труб. Монтажні і ремонтні організації, що здійснюють зварювання трубопроводів і їх елементів, зобов'язані застосовувати такі види і обсяги контролю, які гарантували б високу якість і експлуатаційну надійність зварних з'єднань. Всі зварні з'єднання підлягають клеймуванню, яке дозволяє встановити прізвище зварювальника. Контроль якості зварювання сталевих труб виконується наступними методами:

- зовнішнім оглядом і вимірюванням;
- ультразвуковою дефектоскопією;
- просвічуванням проникаючим випромінюванням (рентгено-або гамаграфування);
- механічними випробуваннями;
- металографічним дослідженням;
- гідравлічним випробуванням;
- іншими методами (стилоскопіювання, заміри твердості, травлення, кольорова дефектоскопія і т. п.).

Результати контролю зварних з'єднань мають бути зафіксовані у відповідних документах.

Зовнішньому огляду та вимірюванню підлягають всі зварні з'єднання, що очищені від шлаку, бризок окалини та іншого забруднення на ширину не менше 20 мм (в обидва боки шва). Зовнішнім оглядом виявляються злам, зміщення кромки елементів, що з'єднуються, відступ від технічних умов форми шва, наявність тріщин, напливів, подрізів, прожогів, пористості і т. Д. Огляд і вимірювання проводяться відповідно до вимог стандарту і технічних умов.

Ультразвукова дефектоскопія і просвічування виконують з метою виявлення в зварних з'єднаннях внутрішніх дефектів (тріщини, не проварювання, пори, шлакові включення і ін.).

Контроль зварних з'єднань просвічуванням повинен виконуватися відповідно до стандарту та інструкцій по рентгено-та гамаграфування.

Всі зварні з'єднання труб контролюються ультразвуком з двох сторін, а зварні з'єднання труб з литими і другими фасонними деталями - з одного боку (з боку труби).

Ультразвуковому контролю чи просвічуванню у виробів зі сталі перлитного и мартенсито-ферритного класів підлягають:

- всі поздовжні зварні з'єднання трубопроводів, їх деталей та елементів всіх категорій по всій довжині з'єднання;
- поперечні стикові з'єднання трубопроводів четвертої категорії в обсязі не менше 3% (але не менше двох стиків) від загальної кількості однотипних стиків трубопроводу, що виконані електродуговою та газовим зварюванням кожним зварником, по всій довжині з'єднання.

- все продольные сварные соединения трубопроводов, их деталей и элементов всех категорий по всей длине соединения;

Ці вимоги розповсюджуються на трубопроводи з зовнішнім діаметром не більше 465 мм, для трубопроводів більшого діаметру обсяги контролю встановлюються спеціальними технічними умовами.

У виробів зі сталі аустенітного класу, а також в місцях сполучення елементів із сталі аустенітного класу з елементами зі сталі перлітного або мартенсито-феритного класів обов'язковому контролю підлягають всі стикові зварні з'єднання трубопроводів по всій довжині з'єднання.

При виявленні у зварних з'єднаннях неприпустимих дефектів на трубопроводах четвертої категорії проводиться додатковий контроль зварних з'єднань у потроєному обсязі до встановлених норм, а в разі виявлення недопустимих дефектів при додатковому контролі повинні бути перевірені всі стики, що виконані даним зварником.

Механічним випробуванням піддаються стикові зварні з'єднання для перевірки їх міцності і пластичних властивостей. Основні види механічних випробувань - випробування на розтяг, випробування на згин або стискання, а також випробування на ударну в'язкість.

Випробування на розтяг не є обов'язковим для зварних з'єднань, що піддаються 100% -ному контролю ультразвуком або просвічуванням.

Випробування на ударну в'язкість не є обов'язковим для трубопроводів другої, третьої та четвертої категорій, а також для зварних з'єднань з товщиною стінки труб і деталей менше 12 мм.

Проводити металографічний метод дослідження стикових, таврових і кутових зварних з'єднань необхідний для виявлення внутрішніх дефектів (тріщини, непровари, пори, шлакові і неметалеві включення і т. п.).

Металографічні дослідження не є обов'язковими для зварних стикових з'єднань, виконаних електродуговим зварюванням на трубопроводах третьої і четвертої категорій.

Якість зварних з'єднань вважається незадовільною, якщо в них при будь-якому виді контролю виявлені внутрішні або зовнішні дефекти, виходять за межі норм та технічних умов на виготовлення трубопроводів і виробничими інструкціями зі зварювання.

У зварних з'єднаннях трубопроводів не допускаються наступні дефекти: тріщини всіх видів і напрямків; непровари (несплавлення), що розташовані на поверхні і по перерізу зварного з'єднання (між окремими валиками і шарами шва та між основним металом і металом шва); непровари у вершині (корені) кутових і таврових зварних з'єднань, виконаних без обробки кромки; пори, що розміщені у вигляді суцільної сітки; напливи (напливи); незаварені кратери; свищі; незаварені пропали в металі шва; пропали і підплавлення основного металу (при стикового

контактного зварювання труб); зміщення кромки вище кореня; підрізання основного металу.

Монтажні роботи при заміні трубопроводів теплових мереж

При ремонті теплових мереж часто доводиться виконувати роботи по розбиранню та заміні пошкоджених трубопроводів. Вибір того чи іншого способу розбирання теплових мереж і споруд залежить від їх конструктивних рішень, матеріалів, типорозмірів і т. Д. При цьому, як правило, проводяться наступні роботи: риття траншеї (розкривні роботи); зняття плит перекриттів каналів краном і демонтаж трубопроводів. Для розбирання каналів теплових мереж і теплофікаційних камер можуть бути використані самохідні стрілові крани. Якщо демонтуються конструкції не використовуються знову, їх занурюють в транспортні засоби. Для перевезення матеріалів при розбиранні теплових мереж використовують автомобільний транспорт загального призначення, а при необхідності - спеціалізовані засоби: трубовозів, трайлери та інш.

Видалення або заміна трубопроводів. Перед видаленням ділянки трубопроводу виконують такі операції: закріплення ділянок, які передбачено видалити, надійними конструкціями трубопроводів для випередження можливого їх зміщення у бік працюючих та устаткування, ділянку, яка підлягає видаленню, закріплюють в двох місцях до вантажопідйомним пристроями. Намічають місце різання на трубопроводі. Різання труб можна виконувати як на цілій ділянці, так і по старому зварювальному шву. При заміні ділянок трубопроводів дотримуються певних правил. Трубопроводи до обладнання приєднують без натягу. Перед встановленням нової ділянки трубопроводу перевіряють стан опор і підвісок, очищають їх від іржі і покривають антикорозійним покриттям. Трубопроводи монтують із заздалегідь виготовлених монтажних заготовок вузлів і секцій, при цьому до складу вузлів, як правило, входить трубопровідна арматура.

Заміну прокладок, заміну арматури, приварку відводів та інші роботи, пов'язані з порушенням щільності трубопроводів, виконують тільки після відключення запірної арматури з установкою заглушок на відремонтованому ділянці. Роботи з демонтажу теплової ізоляції дозволяється виконувати при відключенні обладнання, трубопроводів, з повним звільненням їх від теплоносія, з установкою в необхідних випадках заглушок. До роботи по демонтажу ізоляції дозволяється приступати при наявності довідки-дозволу про готовність трубопроводів та обладнання для безпечного виконання робіт, що видається монтажної організації замовником або генпідрядником.

Укладання сталевих трубопроводів теплових мереж. Вибір методу укладання трубопроводів теплових мереж (теплопроводів) залежить від цілого ряду умов. Головними з них є: конструкція теплопроводів, вид прокладки (підземна, надземна), матеріал труб, тип ізоляції і спосіб її нанесення (заводський або на місці укладання) та ін. Різноманітність умов не дозволяє розглянути всі можливі випадки монтажу

теплопроводів. Нижче будуть наведені приклади прокладання з характерними умовами, що впливають на спосіб монтажу, а саме способи підземного прокладання сталевих теплопроводів: в каналах та колекторах з труб із заводською ізоляцією і з ізоляцією на місці робіт; безканальна прокладка із заводською ізоляцією труб і надземна прокладка.

При монтажі теплопроводів, незалежно від зазначених вище способів прокладання, широкого поширення набули самохідні стрілові крани на гусеничному і пневмоколісному ході, а також тракторні крани (трубоукладчики). Самохідні стрілові крани мають ряд переваг. До них відносяться: велика рухливість, можливість переміщення вантажу в будь-якому напрямку на відносно великі відстані, мобільність (можливість легкого переміщення кранів як всередині ремонтного майданчика, так і з одного майданчика на іншу), можливість використання не тільки на монтажних, а й на інших роботах. Ці крани виготовляються у вигляді універсальних кранів-екскаваторів зі змінним экскаваторним, крановим та іншим обладнанням. Силевим обладнанням самохідних стрілових кранів є зазвичай дизельні або карбюраторні двигуни, а також електродвигуни та дизельелектричні системи. Крани використовуються як в міських умовах, так і в умовах бездоріжжя.

Стрілові самохідні крани на автомобільному (пневмоколісному) ході мають ходову частину, що представляє собою стандартне шасі вантажного автомобіля. Для стійкості під час робіт ці крани забезпечені виносними опорами - аутригерами. Перевагою цих кранів є їх мобільність. Використовуються вони для будівництва та ремонту підземних теплових мереж та мережевих споруд зазвичай в міських умовах, а також для вантажно-розвантажувальних робіт.

Тракторні крани являють собою трактора з укріпленими на них стрілами у вигляді навісного обладнання. Розрізняють два основні різновиди таких кранів: навісні тракторні крани, у яких стріла є навісним обладнанням, і спеціальні крани-трубоукладачі (що не мають змінного обладнання). Крани-трубоукладчики - це спеціальні стрілові крани, призначені для укладання сталевих і інших теплопроводів. Горизонтальне переміщення вантажу провадиться трубоукладачем за рахунок зміни вильоту стріли шляхом збільшення або зменшення її кута нахилу. У трубоукладника стріла розміщена зліва по ходу його руху.

Випробування і промивка теплопроводів

Випробування змонтованого при капітальному ремонті теплопроводу повинно проводитися так само, як при новому будівництві, відповідно до вказівок відповідних нормативних документів. Після завершення ремонтних робіт теплопроводи піддають остаточним (приймальним) випробувань на міцність і герметичність. Крім того, теплопроводи водяних теплових мереж промивають, а теплопроводи теплових мереж при відкритій системі тепlopостачання та мережі гарячого водopостачання промивають і дезінфікують. Підземні теплопроводи,

укладені в непрохідних каналах і безпосередньо в траншеях, випробовують двічі: попередньо і остаточно. Теплопроводи, що прокладені в прохідних каналах і надземно (тобто доступні до огляду в процесі експлуатації) можуть бути випробувані 1 раз.

Попередні випробування теплопроводів виконують до установалення сальникових або сильфонних компенсаторів, секційних засувок, перед закриванням каналів і зворотним засипанням теплопроводів безканальної прокладки. Попередні випробування трубопроводів на міцність і герметичність виконують, як правило, гідравлічним способом. При мінусовій температурі зовнішнього повітря і неможливості підігріву води, а також при відсутності води допускається попередні випробування виконувати пневматичним способом. Не допускається піддавати пневматичним випробуванням надземні теплопроводи, а також теплопроводи, що прокладаються в одному каналі або в одній траншеї з діючими інженерними комунікаціями

Трубопроводи водяних теплових мереж необхідно випробовувати під тиском 1,25 робочого, але не менше 1,6 МПа; мережі гарячого водопостачання - тиском, рівним 1,25 робочого. Азбестоцементні теплопроводи випробовують тиском, що дорівнює робочому плюс 0,3 МПа, але не менше 0,5 заводського випробувального тиску на водонепроникність.

Перед випробуваннями на міцність і герметичність необхідно виконати наступні роботи: а) провести контроль якості зварних стиків; б) відключити заглушками трубопроводи, що випробовують, від діючих; в) встановити заглушки на кінцях трубопроводів, що випробовують, замість сальникових або сильфонних компенсаторів; г) забезпечити по всій довжині трубопроводів доступ для їх зовнішнього огляду, в тому числі зварних швів на час проведення випробувань; д) відкрити повністю арматуру і байпасні лінії. При виконанні випробувань трубопроводів на міцність і герметичність тиск вимірюють повіреними двома (один - контрольний) пружинним манометрами класу не нижче 1,5 з діаметром корпусу не менше 160 мм і шкалою з номінальним тиском $4/3$ вимірюваного.

Порядок проведення гідравлічного випробування наступний: 1) під час заповнення теплопроводу водою повітря з нього видаляють через воздухоспускні крани, що встановлюються в найбільш високих місцях у найбільш імовірним скупченням повітря; 2) в теплопроводі встановлюють пробний тиск в найвищій точці відчуває ділянки і витримують 10 хв, потім знижують тиск до величини робочого тиску і оглядають теплопровід по всій його довжині. Якщо в процесі випробування не буде падіння манометричного тиску, це говорить про те, що в зварних швах, трубах і інших місцях немає ознак розриву, течі, запотівання та зсуву або деформації конструкції нерухомих опор. У цьому випадку результати попереднього гідравлічного випробування вважаються задовільними. Гідравлічні випробування виконує ремонтна організація, яка виконувала ремонт, в присутності

представників замовника і організації, у підпорядкуванні якого знаходяться теплові мережі.

Пневматичні випробування проводять для сталевих трубопроводів з робочим тиском не вище 1,6 МПа і температурою до 250 ° С, що монтується з труб і деталей, які випробувані на міцність та герметичність (щільність) заводами-виробниками (при цьому заводський випробувальний тиск для труб, арматури, обладнання та інших виробів і деталей трубопроводів повинно бути на 20% вище випробувального тиску, що прийнятий для змонтованого трубопроводу). Встановлювати чавунну арматуру (крім вентилів з ковкого чавуну) на час випробувань забороняється. Заповнювати трубопровід повітрям і піднімати тиск слід плавно зі швидкістю не більше 0,3 МПа в 1 ч. Візуальний огляд траси (вхід в охоронну зону, але без спуску в траншею) допускається при величині тиску, що дорівнює 0,3 випробувального, але не більше 0,3 МПа. На період огляду траси підйом тиску повинен бути припинений.

При досягненні величини випробувального тиску трубопровід витримують для вирівнювання температури повітря по довжині трубопроводу. Після вирівнювання температури повітря випробувальний тиск витримують 30 хв і потім плавно знижують до 0,3 МПа, але не вище величини робочого тиску теплоносія. Потім, при цьому тиску проводять огляд трубопроводів з відміткою дефектних місць. Місця витоку визначають по звуку витоку повітря, по бульбашкам при покритті зварних стиків та інших місць підігрітим мильним розчином. Дефекти усувають тільки при зниженні надлишкового тиску до нуля і відключенні компресора. Результати попередніх пневматичних випробувань вважаються задовільними, якщо під час їх проведення не відбулося падіння тиску за манометром, не виявлені дефекти в зварних швах, у фланцевих з'єднаннях, трубах, обладнанні та інших елементах трубопроводу, а також відсутні ознаки зсуву або деформації трубопроводу і нерухомих опор.

Трубопроводи, водяних теплових мереж в закритих системах теплопостачання, як правило, піддають гідропневматичному промиванню. Допускається гідравлічна промивка з повторним використанням промивної води шляхом пропуску її через тимчасові грязевики, що встановлюються по ходу руху води на кінцях виходу та повернення води. Промивання виробляють технічною водою. Допускається промивка господарсько-питною водою при відповідному обґрунтуванні.

Трубопроводи водяних теплових мереж відкритих систем теплопостачання та мереж гарячого водопостачання необхідно промивати гідропневматичним способом водою питної якості до повного освітлення промивної води. Після закінчення промивання трубопроводи повинні бути продезінфіковані шляхом їх заповнення водою з вмістом активного хлору в дозі 75-100 мг / л при часі контакту не менше 6 год. Трубопроводи діаметром до 200 мм і довжиною до 1 км дозволяється, хлоруванню не наражати і обмежитися промиванням водою.

Тиск в трубопроводі при промиванні має бути не вище робочого. Тиск повітря при гідропневматичному промиванні не повинен перевищувати робочий тиск

теплоносія і має бути не вище 0,6 МПа. Швидкість води при гідравлічній промивці повинна бути не нижче розрахункової швидкості теплоносія, що зазначена у робочих кресленнях, а при гідропневматичній - перевищувати розрахункову не менше ніж на 0,5 м / с. Про результати випробування трубопроводів на міцність і герметичність, а також про їх промивання (продування) складають акти.

ДОДАТОК А

Орієнтовний перелік робіт при капітальному ремонті тепломережі

№ комплексу	Найменування комплексу	Найменування робіт	Обґрунтування
1.	Механізовані земляні роботи	1.1 Розробка ґрунту в траншеях одноковшовим екскаватором з навантаженням у відвал.	ДБН Д.2.4-1-2000
2.	Ручні земляні роботи	2.1 Зачистка траншеї вручну 2.2 Ручна розробка ґрунту в місцях перетинання комунікацій 2.3 Транспортування ґрунту 2.4 Укріплення траншей та котлованів	ДБН Д.2.4-1-2000
3.	Зварювальні роботи	3.1 Відрізання труб і підготовка до зварювання 3.2 Електродугове ручне зварювання труб	
4.	Монтажні роботи		
5.	Випробування і промивка теплопроводів		

ПРАКТИЧНА РОБОТА №3

Тема: Розрахунок обсягів робіт

Мета: Згідно складеного переліку робіт представленого в практичній роботі №2 розрахувати обсяг кожної роботи. Результати звести в Таблицю 1.

Загальні відомості

При ремонтних роботах то слід керуватися ДБН Д.1.1-4-2000 «Вказівки щодо застосування ресурсних елементних кошторисних норм на ремонтно-будівельні роботи». Відповідно до п.2.6. ДБН Д.1.1-4-2000 витрати ресурсів на роботи з демонтажу (розбирання) окремих конструкцій будівель і споруд, за відсутності необхідних норм у РЕКНр, можуть визначатися за нормами відповідних збірників на виконання цих робіт без урахування норм витрати матеріалів і конструкцій, врахованих нормами, із застосуванням до норм витрат труда робітників, зайнятих на ремонтно-будівельних роботах, машиністів, часу експлуатації будівельних машин і механізмів, механізованого виробничого приладдя, застосовуваних при демонтажі, таких коефіцієнтів:

а) при демонтажі збірних залізобетонних і бетонних конструкцій - 0,8;

б) при демонтажі зовнішніх мереж водопроводу, каналізації, теплопостачання, газопостачання, електропостачання - 0,6;

в) при демонтажі металевих конструкцій - 0,8.

Зверніть увагу! У випадках, коли проектом передбачаються труби або арматура діаметром, що відрізняється від наведених в нормах, слід застосовувати норми для труб або арматури найближчого більшого діаметру.

1. Розбирання дорожніх покриттів (при їх наявності на ділянках де викопується траншея) (100м^2)

$$S = B \cdot L^1,$$

де B - ширина смуги розбирання покриття, м; L^1 - довжина цієї ділянки, м.

Межа смуги, що розбирається, позначається крейдою або фарбою на поверхні покриття. Ширина смуги «B» приймається залежно від ширини траншей по верху «A» (з розширенням двох сторін) і матеріалу дорожнього покриття (табл. 1).

Таблиця 1 – Визначення ширини смуги дорожнього покриття «B», що розбирається

Вид дорожнього покриття	Розміри, мм
Асфальтобетонні:	
– на бетонній основі	$100 + B + 100 = B$
– на щебеневій, гравійній, буличній	$125 + B + 125 = B$
Буличні, брущаті, мозаїчні	$125 + B + 125 = B$

А – ширина траншеї по верху.

Розбирання асфальтобетонних покриттів може виконуватися баровою установкою, траншейними екскаваторами (ЕТЦ-161, ЕТЦ-165), а також баровою ґрунтонарізною машиною (БГМ) (рис. 1.2). Під час невеликих обсягів робіт використовуються пневматичні відбійні молоти (М-44, МО-1011), що працюють від компресорів (ПКС-5, ЗІФ-55, ДК-9М, ПР-10М, НВ-10Е).

Основи дорожнього одягу розбираються на ту ж ширину що й покриття, перерахованими вище механізмами або екскаваторами в процесі риття траншеї.

Перед початком робіт із розбирання дорожніх покриттів, де є діючі підземні комунікації, повинно бути проведене їх шурфування.



Рис. 1 – Барова ґрунтонарізна машина

Матеріал від розбирання асфальтобетонних покриттів вивозиться на АБЗ. Відновлення дорожнього одягу покриттів і тротуарів виконується негайно після засипання траншеї.

2. Зрізання рослинного шару бульдозером (100м²)

$$S = B \cdot L^2,$$

де B - ширина смуги розбирання покриття, м; L²- довжина ділянки з родючим ґрунтом, м.

3. Розробка ґрунту в траншеях одноківшовим екскаватором з вивантаженням у відвал (1000 м³). Об'єм робіт визначається за формулою:

$$V_{\text{роз.гр.}} = \frac{E+B}{2} \cdot H \cdot L_{\text{тр}},$$

де H - □ глибина риття траншеї, м; визначається як відстань від поверхні до безпечної відстані до конструкції каналу теплотраси (при каналній прокладці), або до трубопроводів (при безканальному прокладанні). (Рис. 2); L_{тр} - довжина траншеї, м; B – ширина по верху траншеї, м; E – ширина по низу траншеї, м.

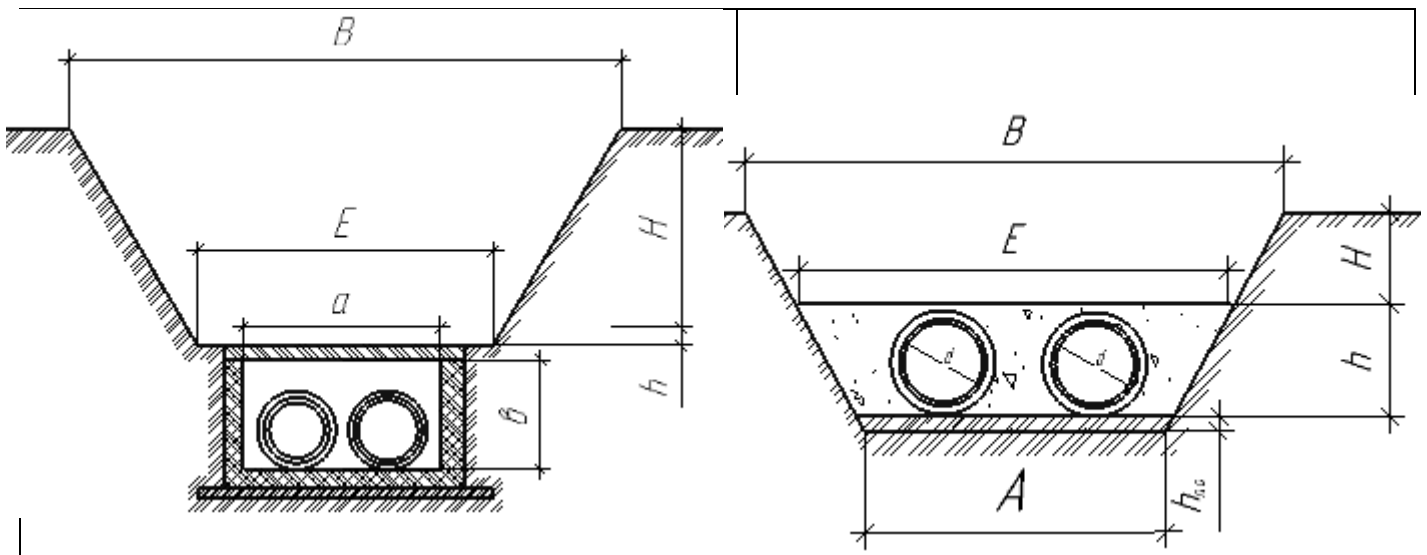


Рис. 2 – Схеми до визначення об'ємів земляних робіт: а) при каналному прокладанні; б) при безканалному прокладанні

4. Розробка ґрунту вручну (1000 м³).

$$V_{\text{роз.гр.}} = \frac{E \cdot h \cdot L_{\text{тр}}}{1000},$$

h – висота ґрунту, що залишилася після розроблення механізованим шляхом (для каналного прокладання - до створення можливості відкриття каналу, для безканалного прокладання – до основи, на якій розміщені трубопроводи).

5. Демонтаж трубопроводів (1000м)

$$L_{\text{дем.труб.}} = \frac{\sum L}{1000}$$

6. Влаштування піщаної основи для попередньо ізольованих трубопроводів.

Об'єм робіт визначається за формулою:

$$V_{\text{п.о}} = \frac{E \cdot h_{\text{п.о}} \cdot L_{\text{тр}}}{1000}$$

$h_{\text{п.о}}$ – висота утромбованої піщаної основи (подушка).

7. Укладання трубопроводів (сюди ж відноситься прокладання нерухомих опор; 1000 м).

Даний вид роботи згідно ДБН Д.2.4-16-2000 передбачає зварювання труб в ланки. Опускання або підйом ланок труб і деталей. Сварка трубопроводів. Установка і приварювання відводів, рухомих і нерухомих опор. Врізання штуцерів для відгалужень. Триразова промивка та гідравлічне випробування трубопроводів

$$L_{\text{пр.труб.}} = \frac{\Sigma L}{1000^2}$$

ΣL – сумарна довжина трубопроводів.

8. Теплогідроізоляція стиків трубопроводів (стик). Об'єм робіт визначається згідно монтажною схемою.

9. Засипання вручну траншеї шаром піску не менш 100 мм над поверхнею попередньоізолюваних трубопроводів з послідуєчим утрамбовуванням (100 м³) (при безканальному прокладанні). Об'єм робіт визначається за формулою:

$$V_{\text{п}} = \frac{\frac{A+E}{2} \cdot (h_{\text{п.о}} + h) - \frac{\pi D^2}{4} - E \cdot h_{\text{п.о}} \cdot L_{\text{тр}}}{1000},$$

де A - ширина траншеї по дну, м;

E - ширина траншеї на рівні засипання, м;

h - □ висота засипання піском, м;

$h_{\text{п.о}}$ - □ висота пісчаної основи, м;

D □ - діаметр труби-оболонки, м;

$L_{\text{тр}}$ - □ довжина траншеї, м.

10. Засипання траншеї бульдозером (1000 м³).

$$V_{\text{зас.тр.}} = \frac{\frac{E+B}{2} \cdot H \cdot L_{\text{тр}}}{1000}.$$

Результати розрахунків зводимо в таблицю 1.

Таблиця 1 - Відомість об'ємів работ

№ п/п	Найменування робіт	Одиниця вимірювання	Кількість	Примітка (формула підрахунку)
1	2	3	4	5

ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ПЕРЕЛІК РОБІТ ТА РОЗРАХУНКИ ЇХ ОБСЯГІВ ОРІЄНТОВНІ. ЗВЕРТАЙТЕ УВАГУ НА ОСОБЛИВОСТІ ВИКОНАННЯ РОБІТ ЗГІДНО ВАШОГО ВАРІАНТУ ЗАВДАННЯ. ДЛЯ РОЗРАХУНКІВ КОРИСТУЙТЕСЯ Д 2.4 Ресурсні елементарні кошторисні норми на ремонтно-будівельні роботи РЕКНр (https://dbn.co.ua/index/dbn_d_2_4/0-34)