

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування

Кафедра міського будівництва і господарства

03-04-69М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практично-демонстраційної роботи
«Гідравлічні випробування напірних трубопроводів»
для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня
за освітньо-професійною програмою
«Міське будівництво та господарство»
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
усіх форм навчання

Рекомендовано
науково-методичною радою з якості
ННІБА

Протокол № 8 від 10.06.2021 р.

Рівне – 2021

Методичні вказівки до виконання практично-демонстраційної роботи «Гідравлічні випробування напірних трубопроводів» для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня за освітньо-професійною програмою «Міське будівництво та господарство» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» усіх форм навчання[Електронне видання] / Ткачук О. А. – Рівне : НУВГП, 2021. – 15 с.

Укладач: Ткачук О. А., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри міського будівництва і господарства.

Відповідальний за випуск: Ткачук О. А., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри міського будівництва і господарства.

Керівник групи забезпечення спеціальності

Караван В. В.

© Ткачук О. А., 2021

© НУВГП, 2021

Зміст

Вступ	4
1. Хід гідравлічних випробувань трубопроводу	5
2. Величини випробувальних тисків у трубопроводі	8
3. Імітаційні гідравлічні випробування трубопроводу на герметичність на ПК	9
4. Визначення впливу об'єму повітря, який знаходиться у трубопроводі, на тривалість його гідравлічних випробувань	11
Література	12
Додаток А	
Форма звіту про проведення імітаційного гідравлічного випробування трубопроводу на ПК	13
Додаток Б	
Акт проведення приймальних гідравлічних випробувань напірного трубопроводу на міцність і герметичність	14

Вступ

Програмою навчальної дисципліни «Міські інженерні мережі» передбачено вивчення питань проведення гідравлічних випробувань напірних трубопроводів. Це один із важливих і відповідальних етапів приймання в експлуатацію збудованих чи реконструйованих трубопроводів водопостачання, тепlopостачання, а також і газопостачання, для яких гідравлічні випробування проводять аналогічним чином пневматичним способом.

Виконання гідравлічних випробувань в реальних умовах має багато специфічних особливостей, які практично неможливо змодельовати і відобразити в лабораторних умовах. Це і специфіка кожного виду труб, їх матеріалів, діаметрів, способів з'єднання, умов укладання труб в траншеї, випробувального обладнання тощо. Моделювання на лабораторних установках параметрів та процесів, які мають місце у реальних умовах, зокрема, витоків і защемлення повітря в трубах, є складним і дорогавартісним. У більшості випадків випробування в лабораторних умовах тільки імітують процес гідравлічних випробувань напірних трубопроводів.

Ця мета може бути досягнута з більшою ефективністю при проведенні практично-демонстраційної роботи гідравлічних випробувань трубопроводів на основі комп'ютерного моделювання процесів, впливових факторів і параметрів таких випробувань.

У даних методичних вказівках наведено методику проведення гідравлічних випробувань у польових умовах, визначення нормативних параметрів випробувань, хід проведення імітаційного випробування на ПК та оформлення отриманих результатів.

Мета роботи:

1. Визначити послідовність робіт з гідравлічних випробувань трубопроводу, величини випробувальних тисків і допустимих витоків у ньому.
2. Виконати гідравлічне випробування трубопроводу на герметичність за допомогою комп'ютерної демонстраційної роботи, відобразивши його проведення у короткому звіті.
3. Заповнити акт приймального гідравлічного випробування на герметичність (за формою додатку).
4. Встановити вплив об'єму повітря, який знаходиться у трубопроводі, на тривалість його гідравлічних випробувань.

1. Хід гідралічних випробувань трубопроводу

Збудовані трубопроводи і споруди водопостачання та водовідведення необхідно приймати в експлуатацію згідно вимог ДСТУ Н Б В.2.5-68:2013 [2]. За відсутності у проекті способу випробування напірні трубопроводи випробують на міцність та герметичність, і як правило, гідралічним способом. За відсутності води може бути застосований пневматичний спосіб випробування.

Гідралічні випробування напірних трубопроводів усіх класів проводять на *міцність та герметичність*. Його виконують працівники будівельної організації за два етапи:

перший – попереднє випробування на міцність та герметичність після засипки ґрунтом на половину діаметру труб, із залишеними відкритими для огляду стиковими з'єднаннями (рис. 1);

другий – приймальне (кінцеве) випробування на міцність та герметичність після повної засипки трубопроводу за участю представників замовника і експлуатаційної організації та складанням акту встановленої форми [2, дод. А, В].

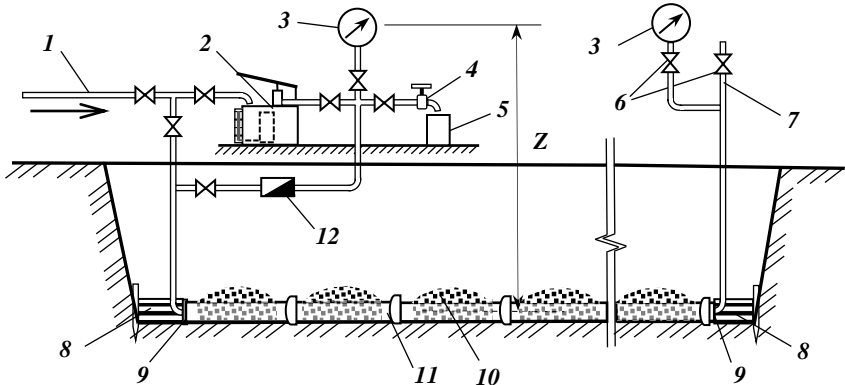


Рисунок 1 – Схема ділянки трубопроводу для проведення гідралічного випробування:

1 – трубопровід подачі води; 2 – гідралічний прес; 3 – манометри; 4 – водорозбірний кран; 5 – мірна посудина; 6 – коркові чи кульові крани або вентилі; 7 – патрубок випуску повітря; 8 – упори; 9 – заглушки; 10 – засипка ґрунтом; 11 – випробувальний трубопровід; 12 – водолічильник

Обидва етапи випробування необхідно виконувати до монтажу гідрантів, вантузів, запобіжних клапанів, замість яких на час випробування слід встановлювати фланцеві заглушки. Попереднє

випробування трубопроводів, доступних для огляду в робочому стані або які підлягають у процесі будівництва негайному засипанню (виконання робіт у зимовий час, в обмежених умовах), при відповідному обґрунтуванні в проектах допускається не проводити.

До проведення попереднього та приймального випробувань напірних трубопроводів повинні бути [2, п. 10.1.8]:

- закінчені всі роботи із улаштування стикових з'єднань, упорів, арматури та ізоляції сталевих трубопроводів;
- встановлені фланцеві заглушки в місцях приєднання гідрантів, вантузів, запобіжних клапанів і до трубопроводів, що експлуатуються;
- підготовлені засоби наповнення, опресування і спорожнення випробувальних ділянок, змонтовані тимчасові комунікації і встановлені прилади та крани, необхідні для проведення випробувань;
- осушені і провентильовані колодязі для проведення підготовчих робіт, організовано чергування на межах ділянок охоронної зони;
- заповнена водою випробувальна ділянка трубопроводу (при гідравлічному способі випробування) і видалено з неї повітря.

Для вимірювання об'ємів води, що підкачують в трубопровід і випускають з нього при проведенні випробування, слід застосовувати мірні бачки або лічильники холодної води, атестовані в установленому порядку (рис. 1).

Трубопроводи незалежно від способу випробування, зазвичай, слід випробовувати ділянками не більше 1 км за один прийом, а для трубопроводів із пластмасових труб – довжиною не більше 0,5 км.

Приймальне гідравлічне випробування напірного трубопроводу починають після засипання його ґрунтом, заповнення водою з метою водонасичення та витримування у заповненому стані не менше: 24 год – для чавунних труб; 72 год – для залізобетонних труб і 24 год – для труб з інших матеріалів (у тому числі 12 год під внутрішнім розрахунковим тиском P_p). Для сталевих і пластмасових (крім GRP) трубопроводів витримку з метою водонасичення не проводять. Якщо трубопровід був заповнений водою раніше, то зазначену тривалість водонасичення встановлюють з моменту його засипання ґрунтом.

При випробуванні **на міцність** тиск в трубопроводі підвищують до випробувального P_m і підкачуванням води підтримують його не менше 10 хв, не допускаючи зниження тиску більше ніж на 0,1 МПа. Потім знижують випробувальний тиск до внутрішнього розрахункового P_p і, підтримуючи його підкачуванням води, проводять огляд трубопроводу з метою виявлення дефектів на ньому.

При виявленні дефектів їх ліквідують і проводять повторне випробування трубопроводу.

Після закінчення випробування трубопроводу на міцність проводять його випробування **на герметичність**, для чого тиск у трубопроводі підвищують до величини випробувального тиску на герметичність P_2 . Фіксують час початку випробування T_n і початковий показ водолічильника W_n (або рівень води h_n у мірному бачку гідравлічного преса). Проводять спостереження за зниженням тиску. При цьому можуть мати місце **три випадки** його зниження:

перший – якщо протягом 10 хв тиск впаде не менше ніж на дві поділки шкали манометра, але не нижче внутрішнього розрахункового P_p , то спостереження за зниженням тиску закінчують;

другий – якщо за 10 хв тиск впаде менше ніж на дві поділки шкали манометра, тоді спостереження за зниженням тиску продовжують до тих пір, поки тиск впаде не менше ніж на дві поділки шкали манометра; при цьому тривалість спостереження не повинна перевищувати 3 год. - для залізобетонних і 1 год. - для трубопроводів з інших матеріалів; якщо по закінченню цього часу тиск не знизиться до внутрішнього розрахункового тиску P_p , тоді потрібно скинути воду із трубопроводу в мірний бачок (або визначити об'єм скинутої води іншим способом);

третій – якщо протягом 10 хв тиск впаде нижче внутрішнього розрахункового тиску P_p , подальше випробування трубопроводу закінчують і проводять заходи щодо знаходження і ліквідації прихованих дефектів трубопроводу, витримуючи його під внутрішнім розрахунковим тиском P_p до тих пір, поки при огляді не будуть знайдені дефекти.

Після закінчення спостережень за зниженням тиску в першому випадку або скидання води в другому – випробування продовжують в такій послідовності:

- підкачуючи воду у трубопровід підвищують тиск у ньому до випробувального на герметичність P_2 , фіксують час закінчення випробування на герметичність T_k і кінцевий показ водолічильника W_k (або кінцевий рівень води h_k у мірному бачку преса);

- визначають тривалість випробування трубопроводу t_b ($t_b = T_k - T_n$), об'єм підкачаної води в трубопровід (для першого випадку), різницю між об'ємами підкачаної в трубопровід і скинутої із нього води в мірний бачок (для другого випадку) – $W = W_k - W_n$;

- розраховують величину фактичних витрат додатково підкачаної води q_{ϕ} , л/хв, за формулою

$$q_{\phi} = W/t_b, \quad (1)$$

де W - об'єм підкачаної води, л;

t_b – тривалість випробування трубопроводу, хв.

Заповнення трубопроводу додатковим об'ємом води при випробуванні на герметичність необхідна для: заміщення повітря, що вийшло через непроникні для води нещільності в з'єднаннях; заповнення об'ємів трубопроводу, які виникли при незначних кутових деформаціях труб у стикових з'єднаннях, зсувах гумових ущільнювальних кілець та манжет в цих з'єднаннях і зміщеннях торцевих заглушок; додаткового замочування під випробувальним тиском стінок залізобетонних (та інших матеріалів) труб, а також для відновлення можливих прихованих просочувань води в місцях недоступних для огляду трубопроводу.

Напірний трубопровід визнається таким, що витримав попереднє чи приймальне гідравлічне випробування на герметичність, якщо величина фактичної витрати підкачаної води не перевищує величин допустимих витрат підкачаної води [2, табл. 6].

Якщо витрати підкачаної води перевищують допустиму величину витоку, то трубопровід визнається таким, що не витримав випробування на герметичність. До нього вживають заходи щодо виявлення і усунення прихованих дефектів. Після ліквідації дефектів проводять повторне випробування трубопроводу.

2. Величини випробувальних тисків у трубопроводі

Величини випробувального тиску на міцність P_m для проведення попереднього та приймального випробувань повинні бути визначені проектом залежно від внутрішнього розрахункового тиску P_p . За відсутності в проекті вказівок про величину тиску P_m її приймають рівною тиску P_p з коефіцієнтом не більше 1,5 залежно від характеристики трубопроводу [2, табл. 5].

Величину випробувального тиску на герметичність P_2 для проведення як попереднього, так і приймального випробувань напірного трубопроводу приймають рівною

$$P_2 = P_p + \Delta P, \quad (2)$$

де ΔP – додаткова величина тиску, яку приймають залежно від верхньої межі виміру тиску, класу точності і ціни поділки шкали манометра [2, табл. 4] (орієнтовно – 5..10 поділок шкали манометра).

Величина P_2 не повинна перевищувати величини приймального випробувального тиску трубопроводу на міцність P_m .

Якщо манометр розташований вище осі трубопроводу на величину Z , м (рис. 1), то його показання $P_{m,i}$ (для P_p , P_m і P_2) повинні бути рівними

$$P_{m,i} = P_i - 0,00981 \cdot Z, \text{ МПа} = P_i - 0,1 \cdot Z, \text{ кгс/см}^2. \quad (3)$$

Для вимірювання тисків слід застосовувати атестовані в установленому порядку пружинні манометри класу точності не нижче 1,5 з діаметром корпусу не менше 160 мм і зі шкалою на номінальний тиск близько 4/3 від випробувального P_m .

3. Імітаційні гідравлічні випробування трубопроводу на герметичність на ПК

Студенти проводять моделювання гідравлічного випробування трубопроводу на герметичність за допомогою комп'ютерної демонстраційної роботи «ГР_випробування», створеної у середовищі Microsoft Excel. Для цього після вибору марки манометра для вимірювання тисків (лист «Манометри») і визначення згідно завдання (лист «Вих_дані») величин тисків P_p , P_m і P_2 вводять вихідні дані на листі «Випробування». Величини тисків на манометрі (робочого $P_{m,p}$ і випробувального $P_{m,z}$) розраховують за формулою (3), а ціну поділки манометра – за його шкалою.

Для інших значень рекомендовано попередньо прийняти такі їхні величини:

- частка об'єму повітря у трубах – 3-5%;
- коефіцієнт зменшення (<1) або збільшення (>1) витоків – 1,0;
- початковий показ водолічильника W_n – 0 л (або будь яке інше значення більше нуля).

Випробування починають після заповнення трубопроводу водою і підвищення у ньому тиску до величини випробувального на манометрі $P_{m,z}$ і проводять у такій послідовності:

1. Почати спостереження за падінням тиску, натиснувши відповідну кнопку на листі «Випробування».
2. Зафіксувати час початку випробування T_n (за годинником комп'ютера або іншим чином) і початковий показ водолічильника W_n (ввести потрібне значення у клітину C12).

3. Провести спостереження за падінням тиску у трубопроводі і визначити за результатами випробування, який із трьох випадків, що наведені на с. 7, має місце. При цьому слід врахувати, що реальна тривалість зниження тиску розраховується комп'ютером на основі математичного моделювання процесів витікання води через отвори у трубах та зміни об'єму защемленого повітря за законом Бойля-Маріотта. Тому до уваги слід приймати тривалість випробування, визначену комп'ютером, а не астрономічну.
4. Якщо матиме місце 3-й випадок спостереження за падінням тиску, то це означає, що трубопровід не пройшов гідравлічного випробування на герметичність і потребує усунення наявних витоків. На екрані буде повідомлення, що випробування «Аварійно завершено». Потрібно зменшити величину витoku (за допомогою коефіцієнта k_v у клітині С10) та продовжити випробування, починаючи із п. 1.
5. Після закінчення спостережень за 1-м або 2-м випадками падіння тиску необхідно підкачуванням води з мірного бачка підвищити тиск у трубопроводі до величини випробувального тиску на герметичність P_2 , для чого на екрані монітора з'являться відповідні підказки.
6. Фіксують кінцевий показ водолічильника W_k , тривалість випробування t_e і об'єм підкачаної у трубопровід води W .
7. За отриманими результатами випробувань визначають:
 - ✓ астрономічний час завершення гідравлічного випробування трубопроводу $T_k = T_n + t_b$, хв;
 - ✓ величину фактичних витрат витоків води q_ϕ , л/хв, – за формулою (1) $q_\phi = W/t_b$.
8. За даними [2, табл. 6] або листа «Доп. витoki» визначають величину допустимої витрати підкачаної води для ділянки заданого діаметру і матеріалу труб довжиною 1 км $q_{\text{доп.1}}$.
9. Визначають величину допустимої витрати підкачаної води $q_{\text{доп}}$ для цієї ділянки, заданої довжини $L_{\text{діл}}$

$$q_{\text{доп}} = \frac{q_{\text{доп.1}}}{1000} \cdot L_{\text{діл}}, \quad (4)$$

10. Якщо $q_\phi \leq q_{\text{доп}}$, то трубопровід визнають таким, що витримає гідравлічне випробування на герметичність.

11. Якщо витрата підкачаної води перевищує допустимий рівень, то трубопровід визнають таким, що не витримає випробування, і щодо нього повинні бути вжиті заходи до виявлення і усунення прихованих дефектів трубопроводу, після чого має бути виконане повторне випробування трубопроводу. Для цього у клітині С10 зменшують значення коефіцієнта витоків k_v .
12. Результати кожного пункту випробувань відображають у короткому звіті (додаток А) та заповнюють акт приймального гідралічного випробування на герметичність (додаток Б).

4. Визначення впливу об'єму повітря, який знаходиться у трубопроводі, на тривалість його гідралічних випробувань

Встановлюють залежність впливу об'єму повітря, що знаходиться у випробувальному трубопроводі, на швидкість зниження тиску в ньому, при наявності витoku води.

Для цього проводять кілька спостережень (не менше 3-х) за падінням тиску від випробувального до робочого при різних значеннях зацмленого у трубопроводі об'єму повітря $W_{нов}$. Спостереження проводять для тих же умов, що при проведенні гідралічного випробування трубопроводу, змінюючи частку об'єму повітря у трубах від найменшого значення до найбільшого. Дані спостережень заносять в табл. 1.

За результатами спостережень будують графік залежності часу зниження тиску t_e від об'єму повітря в трубопроводі $W_{нов}$ (рис. 2) і роблять відповідні висновки щодо залежності $t_e = f(W_{нов})$ та мінімальної величини повітря в трубопроводі для випробувань.

Таблиця 1 – Результати спостережень впливу об'єму повітря на час зниження тиску в трубопроводі від випробувального $P_z = \text{___ МПа}$ до робочого $P_p = \text{___ МПа}$

№ спостережень	Об'єм повітря в трубопроводі $W_{нов}$		Тривалість t_e , хв	Величина витoku q_e , л/хв
	%	л		
1				
2				
3				
...	...			

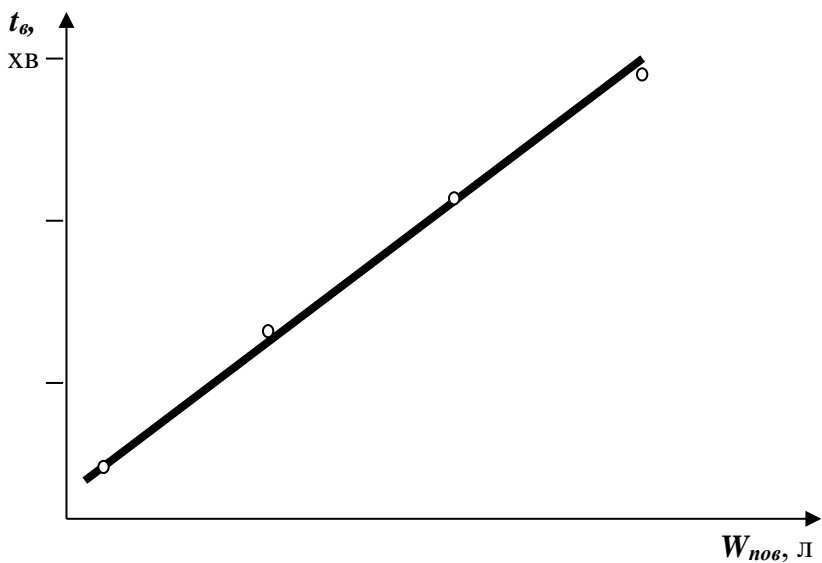


Рисунок 2 – Графік залежності $t_0 = f(W_{нов})$

Висновки: 1. ...
2. ...

ЛІТЕРАТУРА

1. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 172 с.
2. ДСТУ-Н Б В.2.5-68:2012. Настанова з будівництва, монтажу та контролю якості трубопроводів зовнішніх мереж водопостачання та каналізації., 2012. 68 с.
3. Ткачук О. А. Міські інженерні мережі : навч. посібн. Рівне : НУВГП, 2015. 412 с.

Форма звіту Про проведення імітаційного гідравлічного випробування трубопроводу на ПК

Вихідними даними для проведення гідравлічних випробувань є:

- матеріал труб _____ ;
- діаметр труб $d_{mp} =$ _____ мм;
- довжина випробувальної ділянки $L_{mp} =$ _____ м;
- розрахунковий робочий тиск $P_p =$ _____ МПа;
- відстань від осі трубопроводу до осі манометра $Z =$ _____ м;
- частка защемленого повітря у трубопроводі $\chi_{пов} =$ _____ %.

Випробувальні тиски:

- на міцність $P_m =$ _____ МПа;
- на герметичність $P_z =$ _____ МПа.

Для вимірювання тисків прийнято манометри класу точності _____ з верхньою межею вимірювань _____ МПа і ціною поділки шкали _____ МПа.

Для зазначених величин розрахункового і випробувальних тисків трубопроводу показання манометра повинні бути рівними при вимірюванні:

- розрахункового тиску $P_{м.р} =$ _____ МПа;
- випробувального тиску на міцність $P_{м.м} =$ _____ МПа;
- випробувального тиску на герметичність $P_{м.з} =$ _____ МПа.

Допустима витрата підкачаної води на 1 км трубопроводу становить _____ л/хв, а для випробувальної ділянки трубопроводу _____ л/хв.

Час початку випробування на герметичність $T_n =$ _____ год _____ хв.

Початковий показ водолічильника $W_n =$ _____ л.

Спостереження за падінням тиску у трубопроводі показало, що має місце _____ випадок (один із трьох, наведених на с. 7).

За результатами спостережень вчинено дії _____

(згідно п. 3, 4 і 5 на с. 10).

Після завершення випробувань на герметичність зафіксовано:

- фактичний тиск на манометрі $P_{м.м} =$ _____ МПа;
- кінцевий показ водолічильника $W_k =$ _____ л;
- тривалість випробування $t_e =$ _____ хв;
- об'єм підкачаної у трубопровід води $W =$ _____ л.

За отриманими результатами випробувань визначено:

- час завершення випробування $T_k =$ _____ год _____ хв;
- величина фактичних витрат витоків води $q_{\phi} =$ _____ л/хв.

АКТ

ПРОВЕДЕННЯ ПРИЙМАЛЬНИХ ГІДРАВЛІЧНИХ ВИПРОБУВАНЬ
НАПІРНОГО ТРУБОПРОВОДУ НА МІЦНІСТЬ І ГЕРМЕТИЧНІСТЬ

місто _____

" ____ " _____ 20__ р.

Комісія в складі представників:
будівельної організації _____

(найменування організації, посада, П.І.Б.)

технічного нагляду замовника _____

(найменування організації, посада, П.І.Б.)

експлуатаційної організації _____

(найменування організації, посада, П.І.Б.)

склали цей акт про проведення приймального гідравлічного випробування
на міцність і герметичність ділянки напірного трубопроводу

(найменування об'єкта та номери пікетів на його межах,

довжина трубопроводу, діаметр, матеріал труб і стикових з'єднань)

Зазначені в робочій документації величини розрахункового
внутрішнього тиску трубопроводу $P_p =$ ____ МПа (____ кгс/см²) і
випробувального тиску на міцність $P_m =$ ____ МПа (____ кгс/см²) та на
герметичність $P_z =$ ____ МПа (____ кгс/см²).

Тиск при випробуванні вимірювався технічним манометром класу
точності ____ з верхньою межею вимірювань ____ МПа (____ кгс/см²).

Ціна поділки шкали манометра ____ МПа (____ кгс/см²).

Манометр був розташований вище осі трубопроводу на $Z =$ ____ м.

При зазначених вище величинах внутрішнього розрахункового і
випробувальних тисків трубопроводу показання манометра повинні бути
рівними: $P_{м.р} =$ ____ МПа (____ кгс/см²); $P_{м.м} =$ ____ МПа
(____ кгс/см²); $P_{м.з} =$ ____ МПа (____ кгс/см²).

Допустима витрата підкачаної води на 1 км трубопроводу дорівнює
_____ л/хв, або, в перерахунку на довжину випробувального
трубопроводу, становить _____ л/хв.

ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАННЯ І ЙОГО РЕЗУЛЬТАТИ

Для випробування на міцність тиск у трубопроводі було підвищено до $P_{м.м} = \underline{\hspace{2cm}}$ МПа (кгс/см²) і підтримувався протягом $\underline{\hspace{2cm}}$ хв, при цьому не допускалося його зниження більше ніж на 1 кгс/см². Після цього тиск був знижений до величини внутрішнього розрахункового манометричного тиску $P_{р.м} = \underline{\hspace{2cm}}$ МПа (кгс/см²) і проведений огляд вузлів трубопроводу в колодязях (камерах); при цьому витоків і розривів не виявлено і трубопровід був допущений для проведення подальшого випробування на герметичність.

Для випробування на герметичність тиск у трубопроводі було підвищено до величини випробувального тиску на герметичність $P_{г.м} = \underline{\hspace{2cm}}$ МПа (кгс/см²), зазначено час початку випробування $T_n = \underline{\hspace{1cm}}$ год $\underline{\hspace{1cm}}$ хв і початковий рівень води в мірному бачку $h_n = \underline{\hspace{2cm}}$ мм.

Випробування трубопроводу проводились у наступному порядку:

(вказати послідовність випробування і спостереження за падінням тиску;

випуск води з трубопроводу та інші особливості методики випробування)

За час випробування трубопроводу на герметичність тиск у ньому за показаннями манометра було знижено до $\underline{\hspace{2cm}}$ МПа (кгс/см²). Час закінчення випробування $T_k = \underline{\hspace{1cm}}$ год $\underline{\hspace{1cm}}$ хв і кінцевий рівень води в мірному бачку $h_k = \underline{\hspace{2cm}}$ мм. Об'єм води, необхідний для відновлення тиску до випробувального, визначений за рівнями води в мірному бачку (або за показаннями водолічильника), $W = \underline{\hspace{2cm}}$ л.

Тривалість випробування трубопроводу на герметичність $t_v = T_k - T_n = \underline{\hspace{2cm}}$ хв. Величина витрати води, підкачаної в трубопровід під час випробування, дорівнює $q_{\phi} = W/t_v = \underline{\hspace{2cm}}$ л/хв, що $\underline{\hspace{2cm}}$ допустимої витрати.

РІШЕННЯ КОМІСІЇ

Трубопровід визнається таким, що $\underline{\hspace{2cm}}$ приймальне випробування на міцність і герметичність.

Представник будівельної організації $\underline{\hspace{2cm}}$ *(підпис)*

Представник технічного нагляду замовника $\underline{\hspace{2cm}}$ *(підпис)*

Представник експлуатаційної організації $\underline{\hspace{2cm}}$ *(підпис)*