

ОСОБЛИВОСТІ ТА ПРОБЛЕМИ РОБОТИ ЧАВУННИХ ВОДОПРОВОДІВ В ЦЕНТРАЛЬНОМУ РАЙОНІ ДОНБАСУ

О.В. Грабар, Г.О. Рисенко

Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ «Донецький національний
технічний університет»

Виконано аналіз поривів трубопроводних мереж міста Горлівки і вклад аварій чавунних трубопроводів в загальні втрати питної води. Досліджено характер роботи чавунних трубопроводів в умовах виникнення на земній поверхні зосереджених деформацій у вигляді уступів.

У містах Донбасу, як і в багатьох великих містах України, величезні втрати очищеної води викликані зносом мереж. Так, в Горлівці втрачаються близько двох третіх води, що подається з фільтрувальних станцій в розводящу мережу. Середньо-фактичне водоспоживання в Донецькій області 180 л на добу або 5,4 м³ на людину в місяць, діапазон встановлених норм водоспоживання по області коливається від 60 до 280 л/добу – 1,8 – 8,4 м³/міс. Але в Горлівці норма 380 л/добу, або 11,4 м³/міс [1].

У місті 1300 км водопровідних та каналізаційних мереж. Понад 80% з них є спрацьованими, і мають не тільки 2, і навіть 3 строки експлуатації, вони виходять із ладу і самі по собі, і цьому сприяють деформації земної поверхні, місто більше ніж на 60% розташовано на гірничих відводах, а на шахтах "Кочегарка" та імені Леніна ця цифра більше 80%. На гірничих відводах цих шахт відбувається найбільша кількість аварій. Наприклад, у 1989 році на гірничих відводах шахти "Кочегарка" було зафіксовано 500 аварій водопроводу, а на відводах шахти імені Леніна – 300 аварій водопровідних та 40 аварій каналізаційних мереж.

Працівники санепідемстанції міста вважають, що розриви каналізації та затоплення підвалів при несправних мережах водопроводу підвальних розводок та систематичних відключення води може призвести до засмокування у мережу водопостачання каналізаційних стоків, що загрожує екологічним лихом.

Для усунення аварійних ситуацій на водопровідних та каналізаційних мережах необхідні величезні масштаби робіт з реконструкції. На заході розроблені передові технології реконструкції мереж водопостачання без розриву вулиць. Їх застосування дуже

перспективне, але вимагає великих капіталовкладень. Необхідно починати з малого – із заміни розводящих мереж малого діаметру, серед яких ще багато чавунних водопроводів з розтрубним з'єднанням, на поліетиленові трубопроводи.

Виконаний аналіз поривів на трубопроводах м. Горлівки за перше півріччя 2007 р. показав, що на 93% вони відбуваються на сталевих трубопроводах і лише незначна частина припадає на чавунні трубопроводи. УкрНДМІ не рекомендує взагалі експлуатувати на підроблюваних територіях чавунні трубопроводи [2], а в м. Горлівці їх експлуатується 470 км – 42% від всієї мережі. Оскільки в місті втрачається через аварії на водопровідній мережі близько 70% питної води, проаналізуємо, яка роль в цих втратах належить саме чавунним трубопроводам.

Чавунні трубопроводи в мережі мають діаметри від 50 до 500 мм зі строком експлуатації від 7 до 10 років. Найбільш поширені діаметри (внутрішні) – 100 і 150 мм – до 70% загальної довжини чавунних труб. Здебільшого, це труби згідно з ГОСТ 5525-50 та 5525-61, які випускались діаметрами 50-300 мм і довжиною 2-6 м.

Чавунні трубопроводи виготовляються з сірого чавуну СЧ 12-28, Сч 15-35, Сч 18-36 та СЧ 21-40, який має розрахунковий опір на центральне стискання 150-200 МПа і дуже низький розрахунковий опір на розтягнення – 45-55 МПа. Чавунні трубопроводи монтуються з окремих розтрубних труб, з'єднаних шляхом герметизації стиків просмоленним клоччям та азбестоцементним розчином.

Діюча методика проектування трубопроводів [3] дає формулу згинального моменту в окремії ланці трубопроводу, в тому числі і чавунного при його взаємодії з уступом

$$M = 0.15q_0 \ell^2, \quad (1)$$

де q_0 – граничне значення поперечного навантаження на трубу, кН/м;

ℓ – довжина ланки або секції трубопроводу.

Було розраховано напруги всього ряду чавунних трубопроводів з внутрішнім діаметром 50-300 мм, використовуючи формулу згинального моменту (1) і значення q_0 (табл. 3. [3]). Дані розрахунку показують, що на уступах експлуатація чавунних трубопроводів неможлива – значення напруг для всіх діаметрів труб значно перевищують розрахунковий опір чавуна.

Результати розрахунку також показують, що жоден з застосовуваних діаметрів чавунних труб не може взаємодіяти з

кривизною уступу – одержані напруги значно перевищують розрахунковий опір чавуну на розтягнення при згині – 45-55 МПа. Суттєвим недоліком приведеної формули згинального моменту є те, що в неї не входить висота уступу, тобто не враховується значення кривизни, яка різна при різних висотах. Нижче приведено аналіз роботи чавунних трубопроводів на уступах, вільний від вказаних недоліків, що в значній мірі пояснює фактичний стан витрат води в підроблюваних містах Центрального району Донбасу.

В умовах експлуатації на підроблюваних вугленосних площах Центрального району Донбасу важливо знати, як взаємодіють розтрубні з'єднання труб з профілем загальної мульди зрушення, а також з профілем уступів. Розглянемо розтруб трубопроводу $\varnothing 100$ мм, трубопроводів такого діаметру в Горлівці 167 км (36% від всіх чавунних). Розміри розтрубного з'єднання трубопроводу довжиною $l = 3$ м і діаметром 100 мм приведені на рис.1.

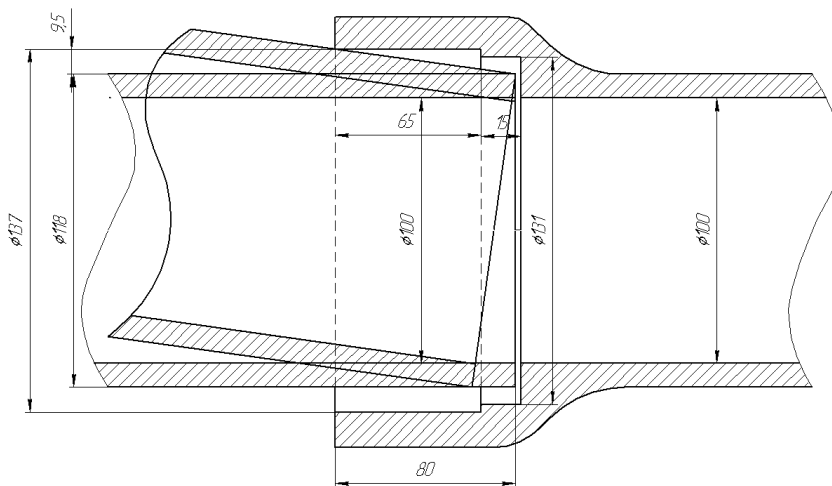


Рис. 1. Розтрубне з'єднання чавунних труб $D = 100$ мм.

Ліва труба на рис.1 повернута на максимально можливий кут при повному заході її в розтруб. Внаслідок дії горизонтальних розтягувальних деформацій кінець лівої труби буде виходити з розтрубу на відповідну довжину і тоді кут повороту буде збільшуватись. При цьому чеканка труби в розтрубі буде певною мірою пошкоджена, що повинно супроводжуватись витокami води без аварії трубопроводу.

Максимальний кут повороту трубопроводів буде визначатись за формулою:

$$i = \frac{f}{(\ell_1 + \ell_2) \cdot 10^{-3} - \varepsilon \cdot \ell}, \quad (2)$$

де i – максимальний допустимий нахил трубопроводу відносно суміжного, мм/м;

ε – горизонтальна деформація земної поверхні, мм/м;

ℓ – довжина труби;

ℓ_1 і ℓ_2 – розміри розтрубу труби, приведені на рис. 1 для вказаного діаметру труби 100 мм.

Аналіз різних станів розтрубного з'єднання залежно від величини горизонтальних деформацій ε приведений в таблиці 1.

Таблиця 1

Аналіз роботи розтрубного з'єднання чавунних труб в умовах горизонтальних деформацій розтягання

Діаметр труби, мм	Довжина труби ℓ , м	ε , мм/м	Вихід з розтрубу, $\varepsilon \cdot \ell$	Робоча довжина, м	Нахилі, мм/м	Кут повороту труб, °	Стан трубопроводу
100	3	0	0	80	118,7	6,77	робочий
		5	15	65	146,2	8,32	слабка течія
		10	30	50	190,0	10,75	значна течія
		20	60	20	475	25,4	сильна течія
		30	90	-	будь-який	будь-який	аварія

Щоб виконати прив'язку цих розрахунків до конкретних умов підробки чавунних трубопроводів, зокрема, до конкретних висот уступів, скористаємося даними В.І.Черняєва і приведемо його таблицю максимальних значень деформацій на уступах, обчислених теоретично з використанням функцій типових кривих [4], доповнивши її результатами з табл. 1 на основі величини ε .

За формулою В. І. Черняєва [2] $\varepsilon_{y_0} = 0.91 \frac{h_{y_0}}{\ell_y} = 0.91 \frac{120}{5000} = 0.0218 =$
 $= (21,8 \text{ мм/м})$ можна встановити, що при висоті уступу 12 см розрив

трубопроводу ще не настає, але чеканка розтрубу буде майже вся зруйнована і буде значний витік води.

Таблиця 2

Максимальні значення деформацій на уступах

h_{yo} , мм	i_{yo} , мм/м	K_{yo} , 1/км	R , м	ϵ_{yo} , мм/м	$i_{тр}^{доп}$, мм/м	Стан трубопроводу
50	20	12,1	82,6	9,1	190	Слабка течія
100	40	24,2	41,3	18,2	475	Значна течія
150	60	36,3	27,5	27,3	-	Розрив
200	80	48,4	20,7	36,4	-	Розрив
250	100	60,5	16,5	45,5	-	Розрив

На ділянках між уступами горизонтальні деформації незначні ($\epsilon \leq 5$ мм/м) [5], при цьому стан чеканки буде дещо порушений і відбуватиметься постійна незначна течія, з перезволоженням ґрунту і без виходу на поверхню.

Висновки

1. Приведений аналіз переконливо пояснює, по-перше, значно меншу кількість аварій на чавунних трубопроводах, а по-друге ті величезні об'єми втрат питної води в місті.

2. Надзвичайно перезволожена основа дорожніх одягів міських вулиць, вздовж яких звичайно розміщені трубопровідні мережі, призвела до масового виходу з ладу дорожньої мережі міст Донбасу, відновлення якої поки що не вирішене, як і відновлення водопровідних мереж.

3. Необхідно, згідно з рекомендаціями УкрНДМІ НАН України, розпочати заміну чавунних трубопроводів, в першу чергу, на гірничих відводах діючих шахт, а потім на полях закритих шахт, де розтрубні з'єднання труб пошкоджені вже давно і питна вода втрачається роками.

4. Заміну чавунних трубопроводів необхідно проводити не на сталеві, як це рекомендується УкрНДМІ для підроблюваних територій, а на поліетиленові, безаварійна експлуатація яких на уступах Центрального Донбасу була нами доказана [4].

Бібліографічний список

1. Васечкин М.В., Грабарь Е.В., Сирик А.Г., Блинова В.В. Проблемы улиц, дорог и подземных инженерных коммуникаций Донбасса. /Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. – Луганськ: Видавництво ЛНАУ, 2006. -- № 67 (90). – с.111-124.

2. Янукович В.Ф., Азаров Н.Я., Алексеев А.Д и др. Решение геоэкологических и социальных проблем при эксплуатации и закрытии угольных шахт. – Донецк: ООО «АЛАН», 2002. – 480 с.

3. Руководство по проектированию зданий и сооружений на подрабатываемых территориях. Ч. III. Башенные, транспортные и заглубленные сооружения, тубопроводы / ДонпростройНИИпроект, НИИСК Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1986. – 225 с.

4. Черняев В.И. Расчет сдвижений и деформаций земной поверхности на уступах при разработке свит крутых пластов./Разработка месторождений полезных ископаемых. Вып. 73. – К.: Техника, 1986. – с.39-44.

5. Сирик А.Г. Прогноз геометрических параметров уступов на земной поверхности при разработке свит крутых пластов в Донбассе./Дис. канд..техн.наук .—Донецк.: 1990. – 204 с.