

*О.О. Гузинін, магістр, С.Ф. Пічугін, д.т.н., проф.  
О.І. Гузинін, к.т.н., доц., А.М. Пащенко, к.т.н., доц.*

*Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка*

## **ВПЛИВ ВИТОКІВ У ВОДОНОСНИХ МЕРЕЖАХ НА ТЕХНІЧНИЙ СТАН БУДІВЕЛЬ НА ПРОСАДОЧНИХ ҐРУНТАХ**

*Систематизовано характерні зони замокання лесових основ будівель за рахунок витоків з мереж водопостачання, водовідведення та тепlopостачання.*

*Ключові слова: просадочні ґрунти, трубопроводи, каналізаційні випуски, витoki.*

*А.А. Гузынин, магістр, С.Ф. Пичугин, д.т.н., проф.  
А.И. Гузынин, к.т.н., доц., А.Н. Пащенко, к.т.н., доц.*

*Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка*

## **ВЛИЯНИЕ УТЕЧЕК В ВОДОНОСНЫХ СЕТЯХ НА ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЗДАНИЙ НА ПРОСАДОЧНЫХ ҐРУНТАХ**

*Систематизированы характерные зоны замачивания лесовых оснований зданий за счет утечек из сетей водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения.*

*Ключевые слова: просадочные ґрунты, трубопроводи, канализационные выпуски, утечки.*

*A.A. Guzynin, master, S.F. Pichugin, DrSc, Prof.  
A.I. Guzynin, Ph. D., A.M. Pashenko, Ph. D.*

*Poltava National Technical University named after Yuri Kondratyuk*

## **THE INFLUENCE OF WATER LOSES IN PLUMBING NETWORKS ON THE TECHNICAL STATE OF BUILDINGS ON SUBSIDING SOILS**

*Systematized the main zones of soaking loessial soils of the buildings due to leaks from the water- supply, sewage and heating networks*

*Keywords: loessial soil, pipelines, sewerage releases, leaks.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими практичними завданнями.** Лесові ґрунти вкривають близько 80% території України [1]. Після зволоження в таких ґрунтах, коли вони перебувають у напруженому стані під дією зовнішнього навантаження чи власної ваги, виникає додаткова деформація (до осідання) – просідання.

Подеколи проектувальники та будівельники недостатньо приділяють уваги заходам з підготовки основ фундаментів та їх водозахисту [2 – 4], що призводить до підвищення ймовірності замокання ґрунтів основ і до відповідно значних додаткових осідань будівель.

Іншою поширеною причиною надмірного зволоження основ є витoki з мереж водопостачання, водовідведення та тепlopостачання [1 – 5]. Так, наприклад, у м. Волгодонську в 1983 р. із 82,4 км інженерних мереж 25 км не були здані в експлуатацію, що призвело до безконтрольних витоків побутових вод. Через ці витoki відбулося інтенсивне замokання просадочних ґрунтів під сельбищною зоною міста, виникли десятки куполів техногенних вод, загального підняття рівня ґрунтових вод. У результаті основи фундаментів десятків п'яти- й дев'ятиповерхових житлових будинків отримали наднормативні, в т. ч. нерівномірні, осідання, а самі будинки – добре помітні тріщини та інші пошкодження [5].

**Огляд останніх джерел досліджень і публікацій.** Проблеми будівництва на лесовому ґрунті в Україні виникли наприкінці 20-х років минулого століття під час будівництва великих металургійних заводів у Дніпропетровську, Запоріжжі, Маріуполі, Нікополі, Херсоні. Зараз діють ДБН В.2.1-10-2009 [6], що містять розділ, присвячений особливостям проектування основ споруд, які будують на лесовому ґрунті.

Істотною проблемою постає замокання основ через витoki з водоносних систем. На сьогодні більшість мереж водопостачання та водовідведення вичерпали свій експлуатаційний ресурс. Це зумовлює їхню високу аварійність, негативно впливає на якість питної води, а також призводить до витоків з них. Зокрема, у таких містах, як Житомир, Чернівці, Ужгород і Севастополь рівень втрат і неврахованих витрат з мереж водопостачання складає 70%.

Замокання основ фундаментів будівель відбувається в процесі їх експлуатації через витoki води та стічних вод із системи трубопроводів й обладнання, розташованих як у самих будівлях, так і за їх межами, а також у місцях перетину комунікацій з фундаментами будівель [7 – 9]. Крім того, атмосферні опади через недосконале планування території навколо будівель і загальний підйом рівня ґрунтових вод також сприяють замоканню основ фундаментів. Тому при проектуванні будівель на лесових масивах передбачають водозахисні засоби, покликані забезпечити експлуатаційні якості, надійність і довговічність системи «основа – фундамент – будівля» [10 – 18].

**Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми.** Хоча проблемою будівництва на лесових ґрунтах займаються тривалий період [5, 6], на сьогодні немає однозначної методики визначення рівня надійності роботи системи «лесова основа – фундамент – будівля» з урахуванням впливу витоків з водоносних мереж. Також відсутня систематизація зон можливого замокання основ будівель через витoki з водоносних систем.

Тому за **мету роботи** прийнято визначити характерні зони замокання основ і фундаментів будівель, створити класифікацію цих зон для подальшого прогнозування рівня надійності роботи системи «лесова основа – фундамент – будівля».

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Розглянемо вплив інженерних комунікацій на роботу основ фундаментів будівель.

Практично всі житлові та громадські будівлі, незалежно від їх призначення та місцезнаходження, обладнані системами трубопроводів, до яких відносять:

- трубопроводи водопостачання (вводи в будівлі, магістралі у підвалах будівель і в підпідлогових каналах);
- трубопроводи водовідведення (випуски господарсько-побутової каналізації і трубопроводи у підвалах будівель);
- випуски виробничої каналізації і трубопроводи у підвальній частині будівлі або в комунікаційних каналах;
- випуски дощової каналізації всередині будівлі, у підвальній частині будівлі або в комунікаційних каналах;
- трубопроводи теплопостачання (введення в будівлі, магістралі у підвальній частині будівлі, подавальні та циркуляційні трубопроводи).

Розглянемо розташування трубопроводів відносно будівлі. На рисунку 1 представлений фрагмент кварталу міста з трубопроводами холодного водопроводу і господарчо-побутової каналізаційної мережі.

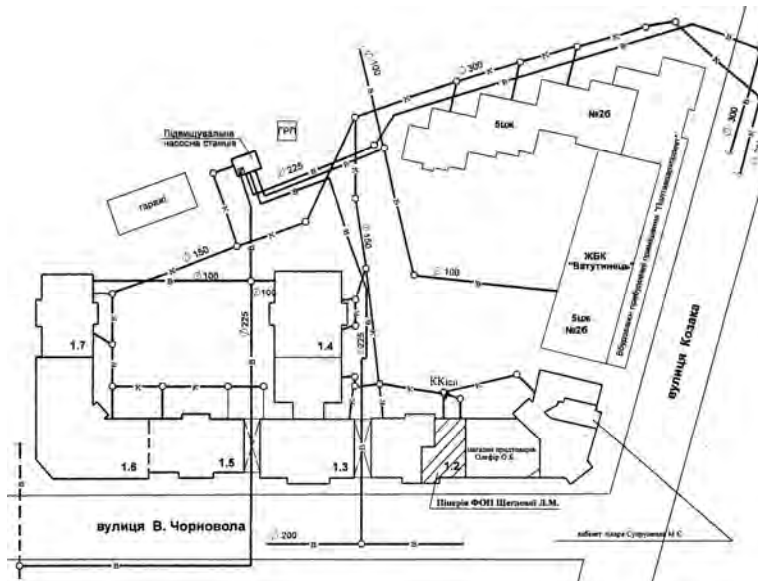


Рисунок 1 – Фрагмент кварталу міста з трубопроводами водопроводу та каналізації

Якщо ще додати трубопроводи дощової каналізації, теплотраси, то насиченість фрагмента інженерними комунікаціями зростає приблизно удвічі, що в свою чергу збільшує ймовірність замокання основ фундаментів будівель. Приклади трасування мереж водопроводу при різному плануванні кварталів представлені на рисунку 2.

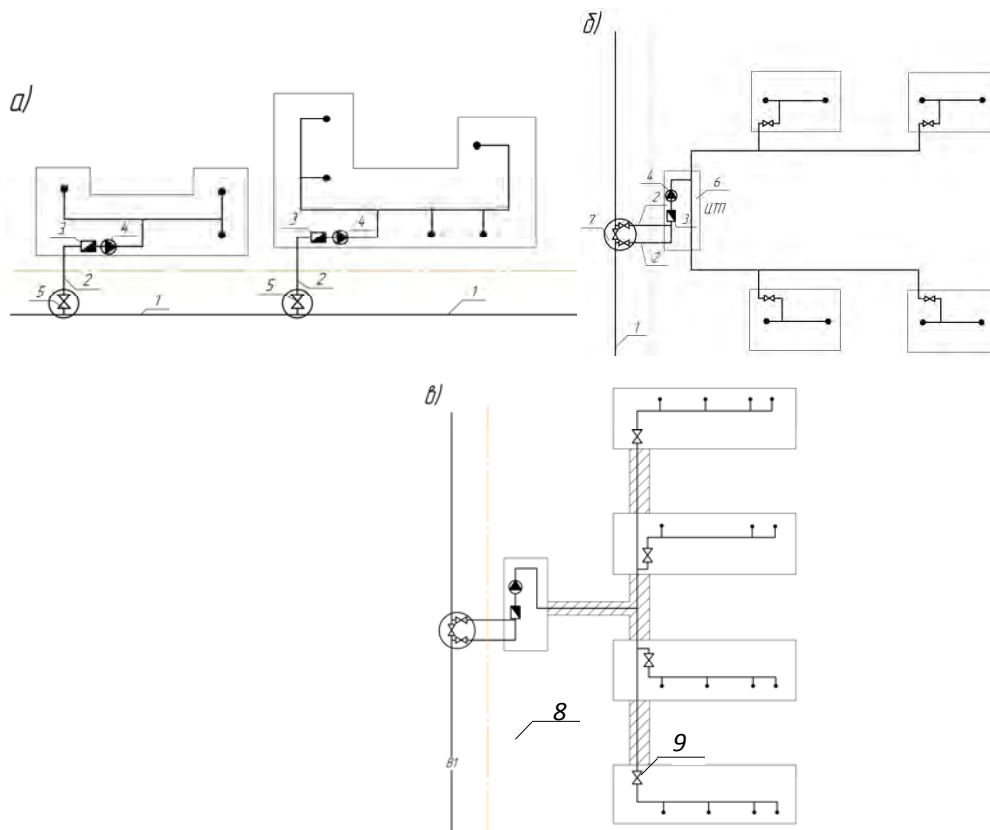


Рисунок 2 – Трасування при стрічному (а) та вільному плануванні житлових кварталів з прокладанням внутрішньоквартальної мережі окремо в ґрунті (б) та в непрохідних каналах (в): 1 – магістраль холодного водопроводу; 2 – ввід водопроводу; 3 – водолічильник; 4 – підвищувальний насос; 5 – колодязь; 6 – центральний тепловий пункт (ЦТП); 7 – засувка; 8 – теплофікаційний непрохідний канал; 9 – холодний водопровід

Ввід водопроводу виконують або в торець будівлі, або з боку одного з фасадів. Схеми вводу водопроводу подані на рисунку 3.

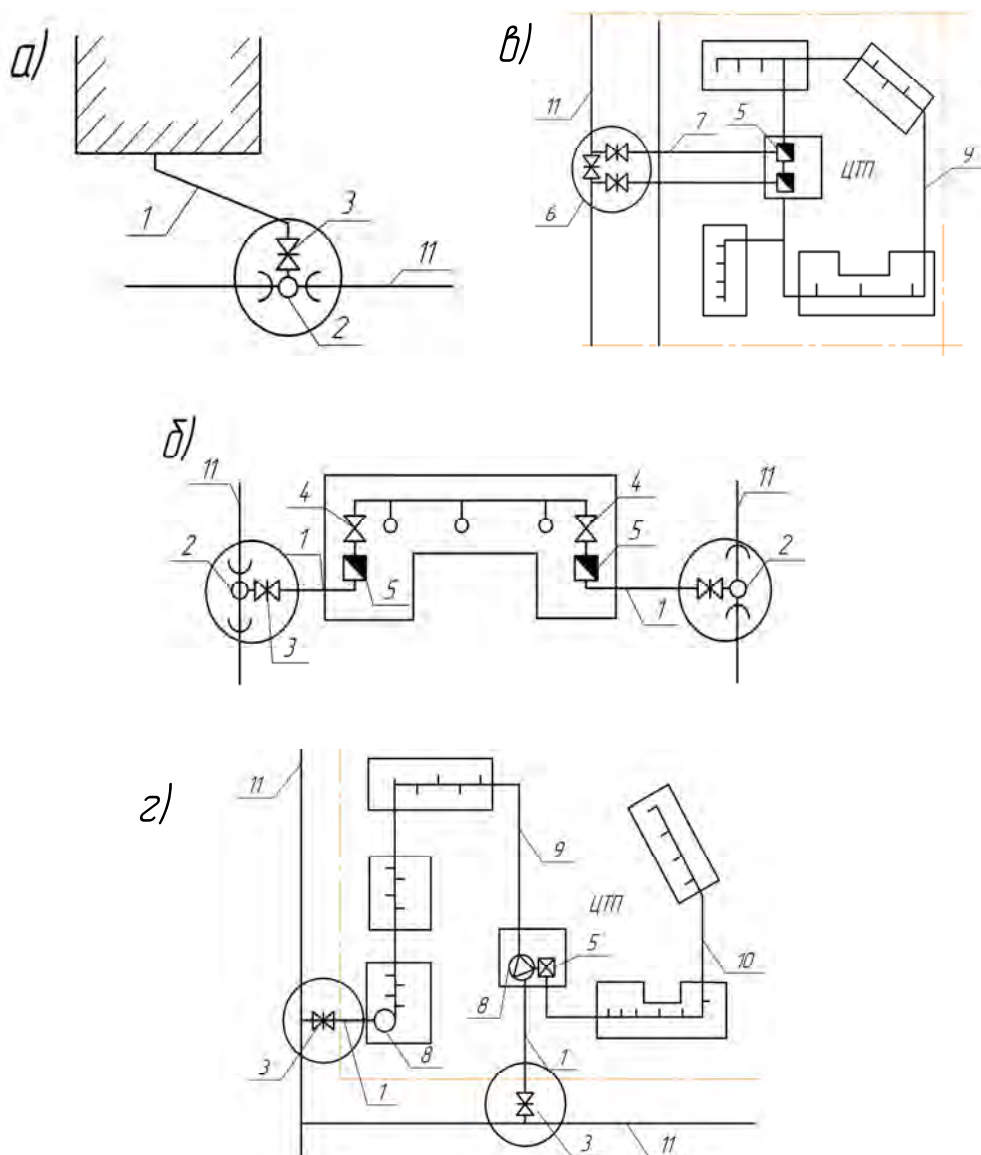


Рисунок 3 – Улаштування вводів у будівлі: а) – «косий» ввід; б) – кільцювання мережі двома вводами; г) – те ж, з насосами; в) – два вводи в ЦТП: 1 – ввід; 2 – урізка в зовнішню мережу; 3 – засувка; 4 – зворотний клапан; 5 – водомірний вузол; 6 – розділяюча засувка; 7 – вводи в одній траншеї; 8 – пожежні насоси; 9 – кільцева мережа; 10 – тупикова мережа; 11 – міська водопровідна мережа

Схеми відведення каналізаційних стоків та підключення внутрішньо-квартирних мереж до міських представлено на рисунку 4.

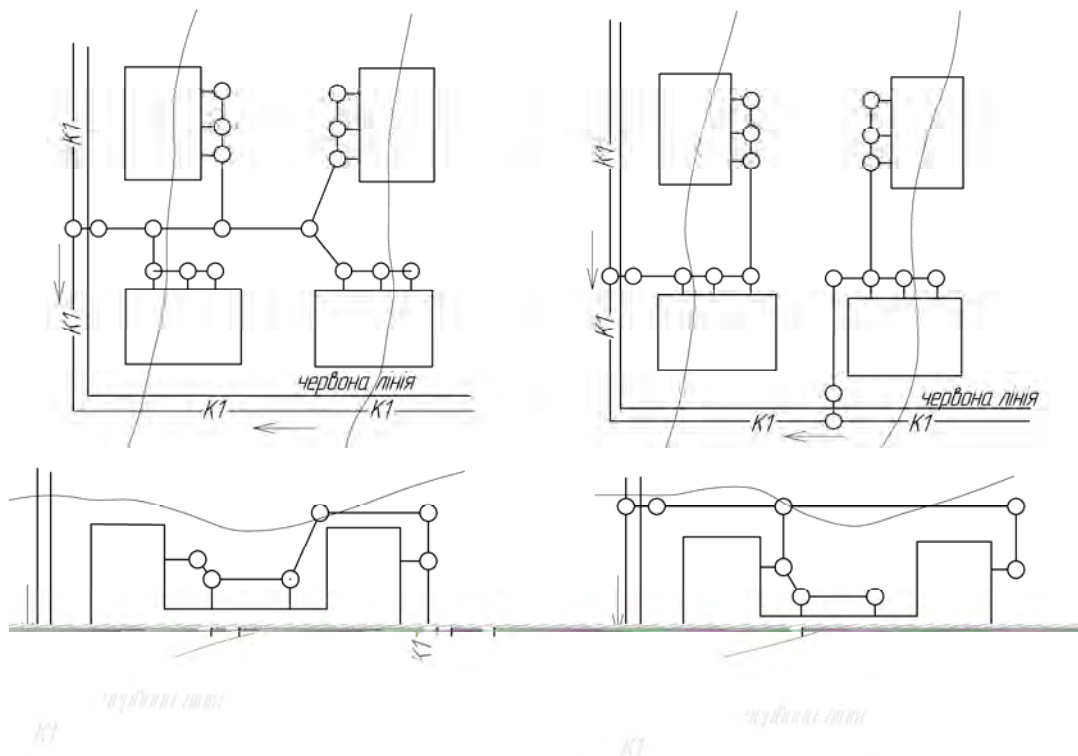


Рисунок 4 – Схеми варіантів трасування дворових, внутрішньоквартальних каналізаційних мереж для групи будівель та для одного будинку

Як правило, каналізаційні випуски старих будівель виконані з чавунних розтрубних труб. З часом розтрубні з'єднання трубопроводів втрачають герметичність – і в таких місцях можливі витіки рідини [19]. Схема влаштування каналізаційного випуску зображена на рисунку 5.

Відведення дощових стічних вод може бути як організованим, з улаштуванням внутрішніх водовідвідних систем (рис. 6), так і з улаштуванням зовнішніх водовідвідних систем.

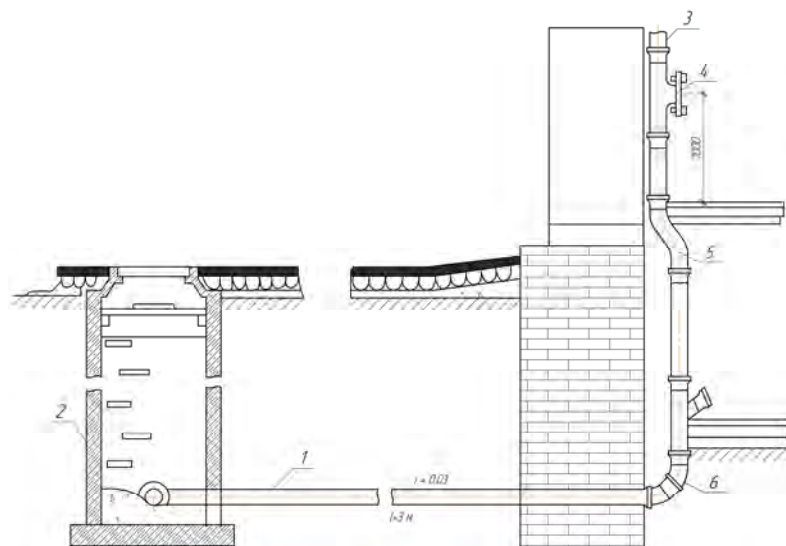


Рисунок 5 – Улаштування каналізаційного випуску: 1 – трубопровід випуску; 2 – дворовий колодезь; 3 – стояк; 4 – ревізія; 5 – відступ; 6 – відвід

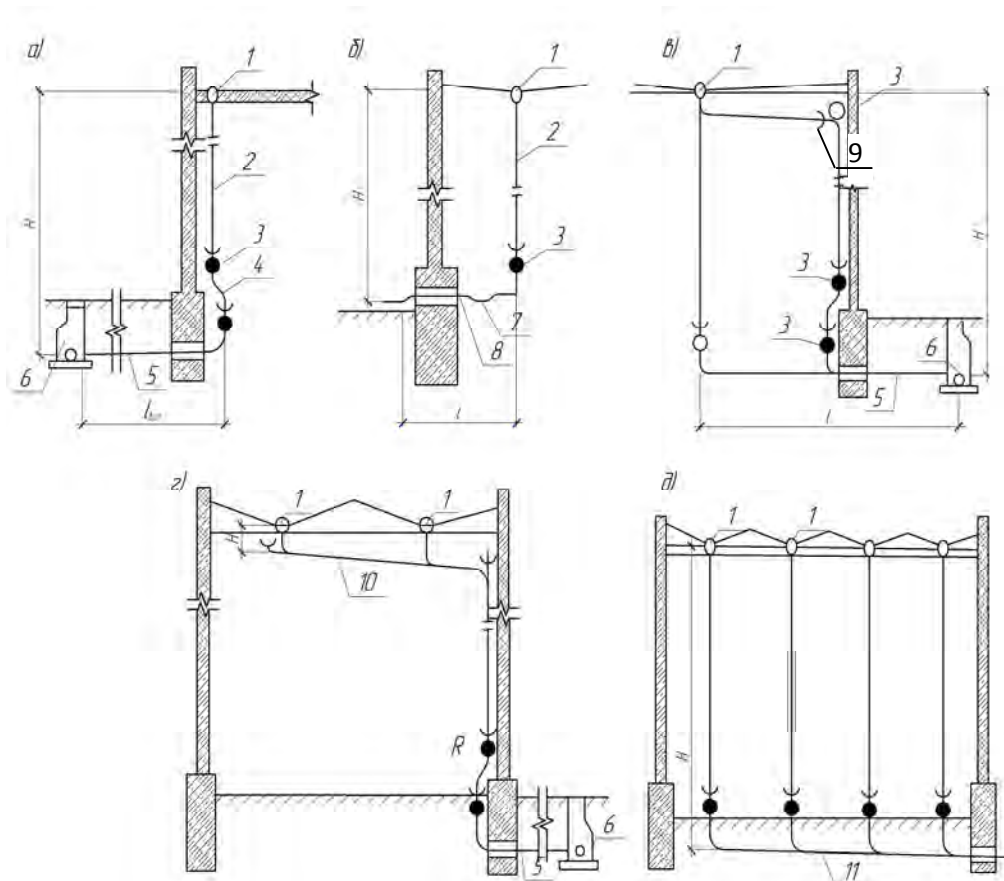


Рисунок 6 – Схеми внутрішніх водостоків перпендикулярні (а,б,в) та пересічні (з,д); з – з підвісним трубопроводом; д – з колектором: 1 – водостічна воронка; 2 – стояк; 3 – ревзія; 4 – відступ; 5 – випуск; 6 – приймальний колодезь; 7 – гідрозатвор; 8 – відкритий випуск; 9, 10 – підвісна лінія; 11 – збірний трубопровід

Розглянувши основні схеми інженерних комунікацій будівель, є сенс виділити зони найбільш шкідливої взаємодії витоків води з трубопроводів з основами та фундаментами будівель. Таких зон три (рис. 7).

I зона – внутрішньоквартальні та вуличні мережі водопроводу та каналізації. Ці мережі, як правило, проходять паралельно одній або двом сторонам будівлі. Вплив витоків на основу фундаментів – мінімальний.

II зона – траси трубопроводів, які проходять вздовж будівлі від внутрішньоквартальної мережі до найближчого колодезя (випуску чи вводу). Протяжність зони визначають за планом. Вплив витоків на основу фундаментів – середній.

III зона – місце перетину трубопроводів з фундаментом будівлі (ввод холодного та гарячого водопроводу, ввод теплотраси й випуски каналізації господарсько-побутової і дощової). Довжина зони складає 3 – 5 м і більше. Вплив витоків на основу фундаментів – максимальний.

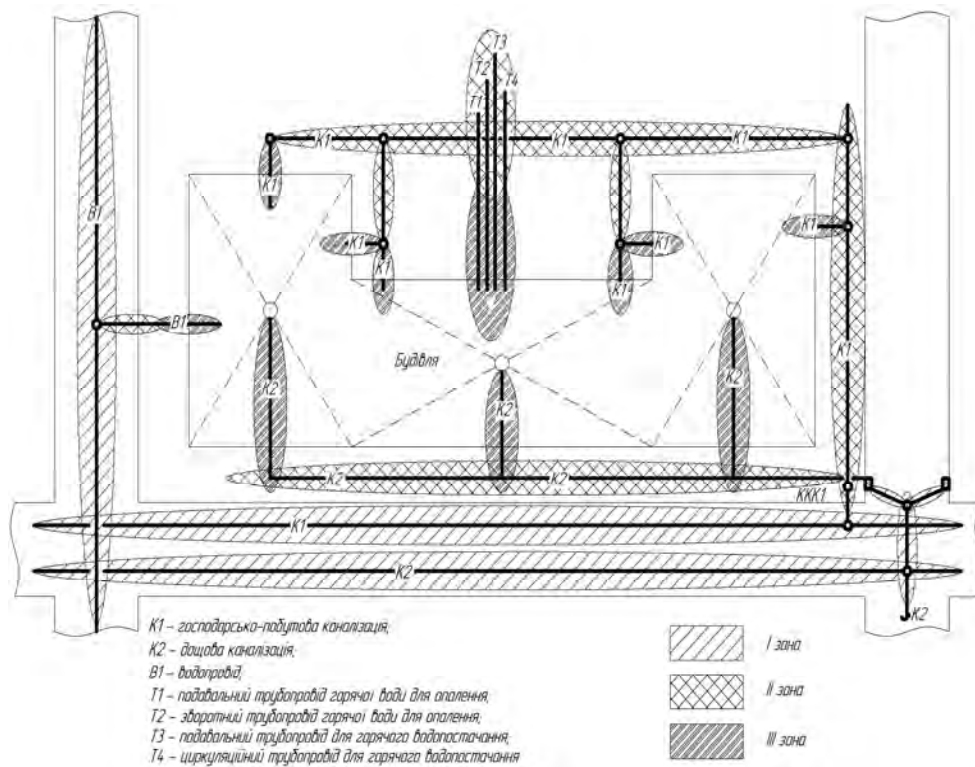


Рисунок 7 – Зони ймовірного замочування основ та фундаментів будівель

Прийmemo довжину всіх трубопроводів каналізації, які проходять вздовж периметра будівлі,  $\sum L_{mp}$ . Довжина всіх їх випусків з будівлі дорівнює  $\sum L_{вип}$ , а периметр будівлі, вздовж якої проходять трубопроводи каналізації,  $P_{mp}$ . Маємо коефіцієнт насиченості трубопроводами периметра будівлі

$$k_{mp} = \frac{\sum L_{mp} + \sum L_{вип}}{P_{mp}}. \quad (1)$$

Чим більше коефіцієнт насиченості трубопроводами периметра будівлі, тим вище ймовірність замочання основ фундаментів будівлі.

Найбільш імовірні точки замочання ґрунту – це стики розтрубних трубопроводів, місця з'єднання труб з колодцями, а також поздовжні та поперечні тріщини та свищі в чавунних і сталевих трубах на ділянках між стиками.

Нехай  $F$  – площа будівлі в плані. Тоді визначимо довжину трубопроводів, яка припадає на 1 квадратний метр площі будівлі,

$$k_{num} = \frac{\sum L_{mp} + \sum L_{вип}}{F}. \quad (2)$$

Коефіцієнти, що пропонуються, дають змогу визначити ступінь насиченості підземними комунікаціями периметра та площі будівлі.

**Висновки.** Таким чином, проаналізовано найбільш типові варіанти трасування мереж водопостачання, водовідведення та тепlopостачання відносно будівель. Запропоновано класифікацію зон можливого утворення витоків із мереж водопостачання, водовідведення та тепlopостачання. На неї можна спиратися для визначення просідань лесових основ і рівня надійності системи «лесова основа – фундамент – будівля» з урахуванням впливу витоків із водоносних мереж як на етапі проектування, так і на етапі експлуатації будівель. Запропоновано коефіцієнти для визначення ступеня насиченості площ та периметра будівлі водоносними мережами.

### Література

1. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти: підручник / М.Л. Зоценко, В.І. Коваленко, А. В. Яковлев, О. О. Петраков, В. Б. Швець, О.В. Школа, С.В. Біда, Ю.Л. Винников. – Полтава: ПНТУ, 2004. – 568 с.
2. Andrei S. Ground water lowering in loessial collapsible soil / S. Andrei, V. Dumitrescu // Proc. XIII ECSNGE.– Vol. 2. – Prague, 2003. – P. 17 – 22.
3. Гарагаи, Б.А. Надежность пространственных регулируемых систем «сооружение – основание» при неравномерных деформациях основания / Гарагаи Б.А. – Сочи: Изд-во «Кубанькино», 2004. – 908 с.
4. Ильичев, В.А. Об осадках сооружений завода Атоммаш в результате длительного замачивания грунтов / В.А. Ильичев, А.А. Григорян // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1988. – № 4 – С. 12 – 15.
5. Коханенко, М.П. Восстановление гражданских зданий на просадочных грунтах / Коханенко М.П., Поляков Г.П., Шевелев В.Б. – М.: Стройиздат, 1990. – 184 с.
6. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 104 с.
7. Корниенко, Н.В. Подтопление промышленной площадки на лессовых грунтах / Н.В. Корниенко, Д.М. Келкай // Будівельні конструкції: міжвід. наук.-техн. зб. – Вип. 61. – Т. 2. – К.: НДІБК, 2004. – С. 338 – 342.
8. Bally, R.J. On the deformation of the loessial soils / R.J. Bally, L. Udrea // Active Geotechnical Design in Infrastructure Development // Proceedings of the XIII<sup>th</sup> Danube-European Conference on Geotechnical Engineering. – Vol. 2. – Slovenia, Ljubljana, 2006. – P. 385–390.
9. Interaction of the artificial bases with Collapsing Soils / V.S. Shokarev, V.G. Shapoval, A.S. Tregub, V.F. Grechko, A.S. Shokarev, A.P. Serdyuk, G.R. Rozenvasser, M.V. Kornienko, E.J. Petrenko, N.L. Zotsenko, Yu.L. Vynnykov // Geotechnical Engineering in Urban Environments: Proc of the 14<sup>th</sup> European Conf. on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (Madrid, 24 – 27 September 2007). – Millpress Science Publishers Rotterdam, 2007. – P. 481 – 486.
10. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 104 с.
11. Крутов, В. И. Основания и фундаменты на просадочных грунтах / В.И. Крутов. – Киев: Будівельник, 1982. – 224 с.
12. Клепиков, С.Н. Расчет сооружений на деформируемом основании / С.Н. Клепиков. – К.: НИИСК, 1996. – 204 с.
13. Кушнер, С.Г. Расчет деформаций оснований зданий и сооружений / С.Г. Кушнер. – Запорожье: ООО «ИПО Запорожье», 2008. – 496 с.
14. Приходьченко, О.Е. Напряженно-деформированное состояние лессовых оснований в процессе влагопереноса: автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.23.02 / О.Е. Приходьченко. – К.: НИИСК, 1995. – 49 с.
15. Райзер, В.Д. Теория надежности сооружений / В.Д. Райзер. – М.: Изд-во АСВ, 2010. – 384 с.
16. Тугаенко, Ю.Ф. Трансформация напряженно-деформируемого состояния грунтов основания и ее учет при проектировании фундаментов: монография / Ю.Ф. Тугаенко. – Одесса: Астропринт, 2011. – 120 с.
17. Харченко, М.О. Імовірнісне оцінювання напружено-деформованого стану штучних основ фундаментів / М.О. Харченко, Ю.Л. Винников // Будівельні конструкції: міжвід. наук.-техн. зб. наукових праць (будівництво). – Вип. 75. – Кн. 1 – К.: ДП НДІБК, 2011. – С. 157–164.
18. Ретхати, Л. Грунтовые воды в строительстве / Л. Ретхати; пер. с англ. В.З. Махлина и Н.А. Ярцева; под ред. В.А. Кирюхина. – М.: Стройиздат, 1989. – 432 с.
19. Левченко, А.П. Инженерные коммуникации на лессовых просадочных грунтах: учеб. пособие / А.П. Левченко. – М.: ГАСИС, 2001. – 129 с.

Надійшла до редакції 18.09.2012

© О.О. Гузинін, С.Ф. Пічугін, О.І. Гузинін, А.М. Пащенко