

Ключевые слова: техническое состояние, развитие городской среды, безопасность зданий и сооружений, эксплуатация, аварийное состояние, износ объектов, жизненный цикл объектов строительства, нормативная база.

Abstract

The article deals with the concept of technical condition, the category, comparing various regulatory framework for diagnosing and monitoring the technical state of construction projects that are in operation and the establishment of appropriate documentation on this.

Keywords: technical state security buildings, maintenance, emergency condition, wear objects lifecycle of construction , regulatory framework.

Стаття надійшла до редакції у березні 2016 р.

УДК 624.131.136.22

Винников Ю.Л.¹², д.т.н., проф.

Литвиненко Т.В., аспірант

*Полтавський національний технічний університет
ім. Юрія Кондратюка, м. Полтава, Україна*

**ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА МІГРАЦІЮ ВОДИ
В ТОВЩІ УЩІЛЬНЕНИХ ГЛИНИСТИХ ҐРУНТІВ
ДОРОЖНІХ НАСИПІВ**

Розроблено й реалізовано методика фізичного моделювання міграції води за висотою дорожнього насипу шляхом досліджень змін у часі вологості суглинків, вміщених в пластмасові труби й ущільнених за коефіцієнта водонасичення $S_r = 0,85$ до щільності скелета ґрунту $\rho_d = 1,50 - 1,65$ г/см³. Встановлено нові експериментальні залежності вологісного режиму ущільненого суглинку дорожнього насипу від часу його витримки до початку експлуатації, висоти та щільності скелета ґрунту, при якій проводилось ущільнення.

¹² ©Винников Ю.Л., Литвиненко Т.В.

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.1 (15) 2016

Ключові слова: дорожній насип, тривала міцність, міграція води, ущільнений суглинок, щільність скелета ґрунту, висота насипу, час витримки.

Для надійної експлуатації дорожнього насипу важливі не лише максимально досягнуті при пошаровому укочуванні значення щільності скелета ґрунту та його міцності, але й збереження їх протягом нормативного часу використання. Та зараз як в Україні, так і в світі при зведенні дорожніх насипів нормують щільність скелета ґрунту ρ_d , яку визначають для кожного виду ґрунту в лабораторії за тестом Проктора чи його модифікацією.

Авторами [1, 2] раніше було встановлено, що для тривалої експлуатації дорожнього насипу важливі не лише максимально досягнуті значення щільності скелета ґрунту та його міцності, а й їх збереження протягом тривалого часу експлуатації. На стан ущільненого ґрунту в часі істотно впливає вологість, за якої проведено ущільнення, і кількісне співвідношення окремих видів води в ущільненому ґрунті [3 – 6].

На параметри тривалої міцності глинистого ґрунту в дорожньому насипу діє його вологісний режим, а також ряд чинників, які слід враховувати при його зведенні, зокрема:

- різновид глинистого ґрунту, тобто його індикаційні характеристики: вологість на межі текучості W_L ; вологість на межі розкочування W_p ; число пластичності I_p ;

- щільність скелета ґрунту після його укочування в насипу ρ_d ;

- кількість зв'язної води в ґрунті, при якій ґрунт ущільнюють (вологість ґрунту);

- висота насипу;

- фактор часу (кількість діб, які насип «відпочиває» до початку експлуатації).

Для дослідження впливу перелічених чинників на вологісний режим ущільненого глинистого насипу автори розробили та реалізували методику фізичного моделювання міграції води за

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.1 (15) 2016

висотою дорожнього насипу шляхом досліджень змін у часі вологості суглинків, вміщених у пластмасові труби й ущільнених за коефіцієнта водонасичення $S_r = 0,85$ до щільності скелета ґрунту $\rho_d = 1,50 - 1,65 \text{ г/см}^3$.

При цьому використано такі різновиди суглинків: важкий пілуватий ($W_L = 0,354$; $W_p = 0,192$; $I_p = 0,162$) і легкий пілуватий ($W_L = 0,279$; $W_p = 0,191$; $I_p = 0,08$).

В якості першого змінного чинника прийнято щільність скелета ґрунту (чи його коефіцієнт пористості e). Відповідно вологість ґрунту при коефіцієнті водонасичення $S_r = 0,85$ в дослідях мала змінні значення:

– при щільності скелета ґрунту $\rho_d = 1,50 \text{ г/см}^3$, вологість складала $w = 0,250$;

– при $\rho_d = 1,55 \text{ г/см}^3 - w = 0,231$;

– при $\rho_d = 1,60 \text{ г/см}^3 - w = 0,214$;

– при $\rho_d = 1,65 \text{ г/см}^3 - w = 0,198$.

Висота збірної труби у дослідях складала: 45; 90; 150; 210; 285 см. При цьому довжина кожної її ланки була 15 см. Дослідний час витримки ущільненого ґрунту становив 60 і 120 діб.

Для реалізації роботи використано наступне обладнання: ваги; пультверизатор ручний; 40 ланок пластмасових труб розміром 50 мм (зовнішній діаметр) \times 150 мм (довжина кожної ланки); металева стійка; лоток для дренажу; ручна трамбівка; шпатель. Внутрішній діаметр труб склав 46,4 мм. Його приймали в розрахунках вихідної маси ґрунту для заповнення певного об'єму труб. Заповнення ґрунтом труб здійснювали послідовно на висоту по 3 см. Задаючись щільністю скелета ґрунту та його вологістю, розраховували для відповідного об'єму масу ґрунту природної вологості ($w_0 = 0,132$) й масу води, яку слід до неї додати, щоб отримати задану вологість w , при якій коефіцієнт водонасичення

грунту складав $S_r = 0,85$.

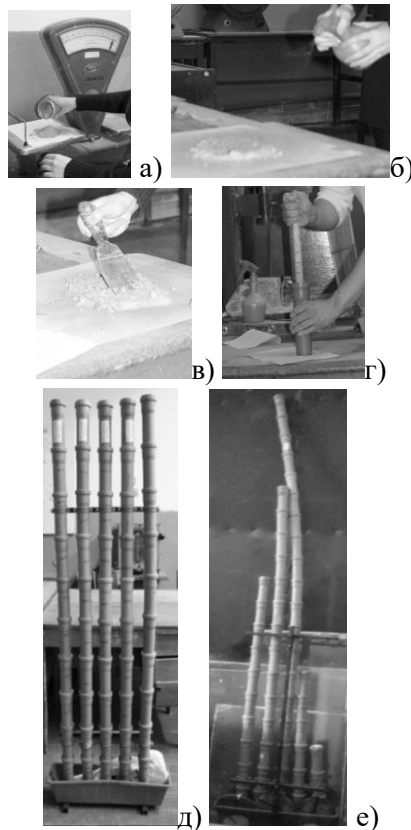


рис. 1. Етапи проведення лабораторних досліджень вологісного режиму ущільненого суглинку дорожнього насипу:

а – зважування певної порції дослідного ґрунту; б – зволоження порції глинистого ґрунту до заданої величини w ; в – перемішування порції дослідного ґрунту для його рівномірного зволоження; г – пошарове (по 3 см) ущільнення кожної порції суглинку в трубі; д, е – змонтовані до загальної висоти ланки труб:

Відібрано й зважено для чотирьох варіантів відповідні маси ґрунту (рис. 1, а). Його зволожували до заданої вологості w за допомогою пульверизатора (рис 1, б) та перемішували шпателем

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.1 (15) 2016

для рівномірного зволоження порції дослідного ґрунту (рис. 1, в). Потім порціями його подавали в труби й рівномірно ущільнювали трамбівкою з відповідними позначками за її висотою (рис. 1, г) кожного разу до товщини 30 мм, після чого ланки труби (по 150 мм) з'єднували до загальної висоти (рис. 1, д, е).

Ці труби встановлювали на металеву стійку. Нижні кінці всіх труб заводили у дренажний лоток, заповнений гранулометричним відсівом. Таким чином, вільна (незв'язна) вода мала можливість міграції за всією висотою ґрунту в трубі, що імітувало її міграцію у межах товщини дорожнього насипу.

Таким чином, вільна (незв'язна) вода мала можливість міграції за всією висотою ґрунту в трубі, що імітувало її міграцію у межах товщини дорожнього насипу.

Зверху всі пластмасові труби з пошарово ущільненим глинистим ґрунтом герметично закривали для запобігання випаровуванню води «вгору».

На кожену трубу наклеювали дані щодо вихідної щільності скелету ґрунту ρ_d та його заданої вологості w .

Після цього труби з пошарово ущільненим суглинком залишали на металевій стійці в спокої, на, так званій, «відпочинок».

Через заданий час «відпочинку» всі труби розбирали на окремі ланки.

З кожної ланки відбирали по три зразки ґрунту в бюкси, за якими нормативним методом вагової вологості визначали кінцеву (стабілізовану) вологість ущільненого глинистого ґрунту w_k .

За результатами лабораторних досліджень факторів впливу на міграцію води в товщі ущільненого глинистого ґрунту було побудовано графіки залежності вологості легкого пилюватого суглинку за висотою труби для кожної його заданої щільності скелету ґрунту та для кожного прийнятого часу витримки.

Приклади побудованих графіків зміни вологості за висотою труби ущільненого суглинку легкого пилюватого при щільності

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.1 (15) 2016

скелета ґрунту $1,50 \text{ г/см}^3$ та вологості $W = 0,250$ представлено на рис. 2, а при щільності $1,65 \text{ г/см}^3$, вологості $W = 0,198$ – на рис. 3. Висота труби в цих випадках склала 150 см, а час витримки становив 65 діб.

Приклади графіків зміни вологості ущільненого суглинку легкого пілуватого за висотою труби, що складала 0,9 м, представлено на рис. 4, а за висотою труби, що складала 2,85 м, – на рис. 5. Щільність скелету ґрунту в обох випадках становила $1,55 \text{ г/см}^3$, вологість $W = 0,231$, а час витримки склав 60 діб.

Приклади графіків зміни вологості за висотою труби ущільненого суглинку легкого пілуватого після 74 діб витримки представлено на рис. 6, а при часі «відпочинку» 120 діб – на рис. 7. Щільність скелету ґрунту в обох випадках становила $1,55 \text{ г/см}^3$, вологість $W = 0,231$, а висота труби – 1,50 м.

Отже, шляхом фізичного моделювання змін у часі вологості суглинків, ущільнених за коефіцієнта водонасичення 0,85 до щільності скелету ґрунту $1,50 - 1,65 \text{ г/см}^3$ доведено, що:

– з підвищенням щільності скелета глинистого ґрунту дорожнього насипу при його ущільненні, вологість зменшується;

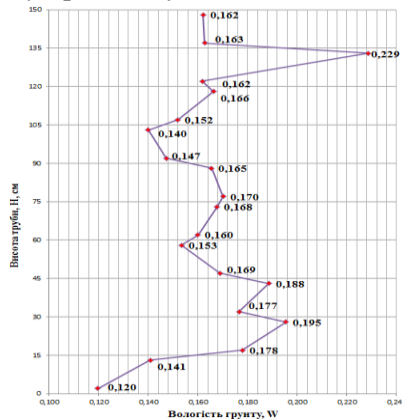


рис. 2. Залежність вологості ущільненого легкого пілуватого суглинку від щільності скелета ґрунту $\rho_d = 1,50 \text{ г/см}^3$ при висоті труби 150 см

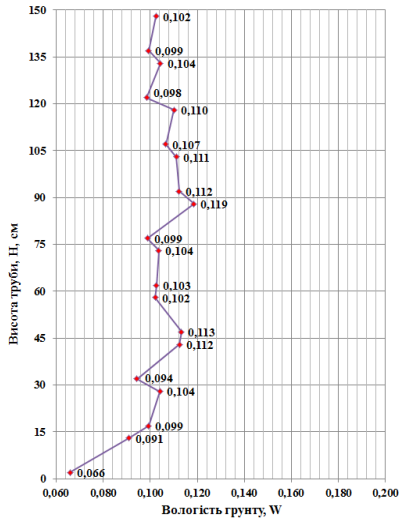


рис. 3. Залежність вологості ущільненого легкого пілуватого суглинку від щільності скелета ґрунту $\rho_d = 1,65 \text{ г/см}^3$ при висоті труби 150 см

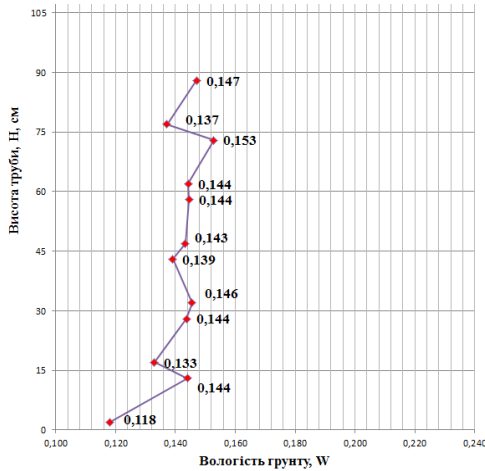


рис. 4. Графік зміни вологості ущільненого легкого пілуватого суглинку при щільності скелета ґрунту $\rho_d = 1,55 \text{ г/см}^3$ та висоті труби 90 см

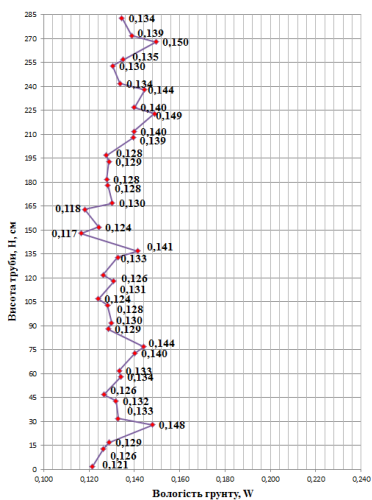


рис. 5. Графік зміни вологості ущільненого легкого пілуватого суглинку при щільності скелета ґрунту $\rho_d = 1,55 \text{ г/см}^3$ та висоті труби 285 см

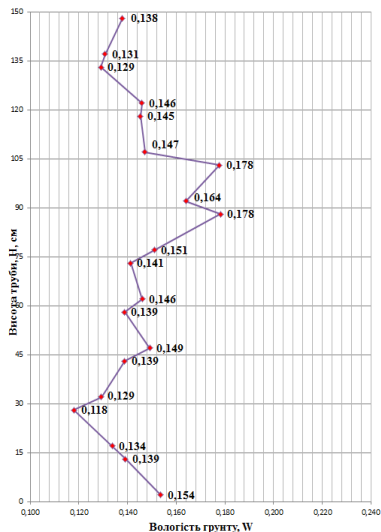


рис. 6. Графік зміни вологості ущільненого легкого пілуватого суглинку при щільності скелета ґрунту $\rho_d = 1,55 \text{ г/см}^3$ та висоті труби 150 см (час «відпочинку» 74 доби)

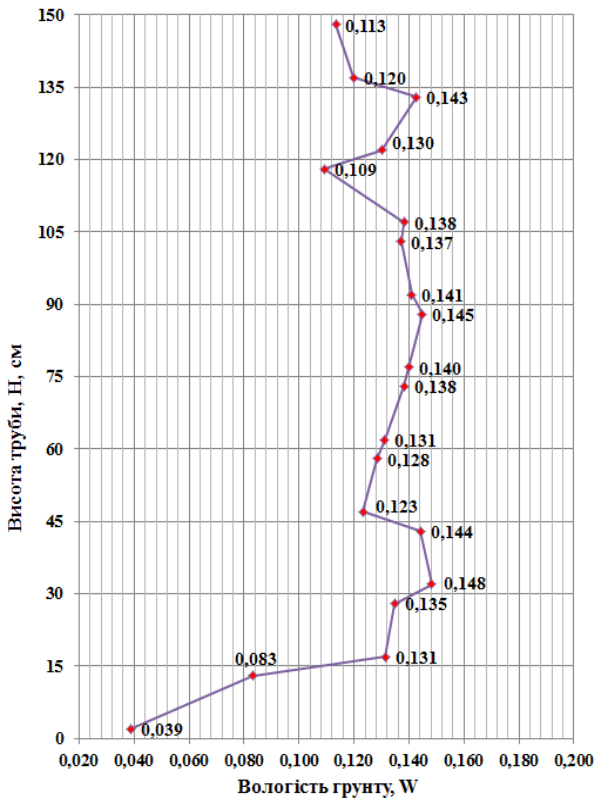


рис. 7. Графік зміни вологості ущільненого легкого пілуватого суглинку при щільності скелета ґрунту $\rho_d = 1,55 \text{ г/см}^3$ та висоті труби 150 см (час «відпочинку» 120 діб)

– висота насипу суттєво не впливає на вологісний режим ущільнених глинистих ґрунтів насипу;

– час витримки ущільнених глинистих ґрунтів насипу дещо впливає на міграцію води в ньому, тобто чим довше насип «відпочиває» до початку експлуатації, тим менше його вологість по всій висоті труби (при збільшенні часу «відпочинку» від 74 діб до 120 діб вологість суглинку легкого пілуватого, ущільненого до щільності скелета ґрунту $\rho_d = 1,55 \text{ г/см}^3$ знизилась на 1,5%).

При цьому, однак, в усіх випадках кінцева вологість ущільненого глинистого ґрунту насипу залишається близькою до, так званого, максимального вмісту зв'язної води. Її величина залежить переважно від індикаційних параметрів глинистого ґрунту та щільності скелета ґрунту в насипу. Чим вище число пластичності глинистого ґрунту дорожнього насипу, тим величина максимального вмісту зв'язної води дещо вища, і, навпаки, чим вище щільність скелета ґрунту в насипу, тим значення максимального вмісту зв'язної води нижче.

Таким чином, шляхом фізичного моделювання отримано нові експериментальні залежності вологісного режиму ущільненого пілуватого суглинку дорожнього насипу від щільності скелета ґрунту, висоти насипу й часу його витримки до початку експлуатації, які доцільно враховувати при удосконаленні оптимальних критеріїв ущільнення глинистих ґрунтів, за яких забезпечується тривала міцність дорожнього насипу.

Список використаних джерел

1. Винников Ю.Л. Лабораторные исследования влажностного режима уплотненного суглинка дорожной насыпи / Ю.Л. Винников, Т.В. Литвиненко // Зб. наук. праць Української державної академії залізничного транспорту. – Харків: УкрДАЗТ, 2015. – Вип. 155. – С. 158 – 164.

2. Vynnykov Y.L. Investigation of Compacted Clay Embankment Stabilized Moisture / Y.L. Vynnykov, V.I. Kovalenko, T.V. Lytvynenko // Collection of scientific articles «Energy, Energy Saving and Rational Nature Use». – №2 (3), 2014. – Kazimierz Pulaski University of Technology and Humanities in Radom, Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University. – Radom, 2014. – P. 53 – 57.

3. Кузахметова Э.К. Методология оценки состояния земляного полотна при реконструкции и ремонте автомобильных дорог в сложных природных условиях. Монография / Э.К. Кузахметова. – Балашиха: ВТУ Спецстроя России, 2010. – 160 с.

4. Лебедев А.Ф. Почвенные и грунтовые воды / А.Ф. Лебедев. – М.: Сельхозгиз, 1930. – 280 с.

5. Lourenco S.D.N. Water repellent soils for slope stability / S.D.N. Lourenco, G.-H. Wang, T. Kamai // Proc. of the 16th Europ. Conf. on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering. – Edinburgh, UK, 2015. – P. 1609 – 1613.

6. Tateyama K. Working Group on the Earth Structure for Road, Railway and Airport (WG2) // Geotechnical Pavement Research in Japan II – Final Report. – Tokio, 2013. – P. 110 – 132.

Abstract

The methodology of physical water migration modeling by the highway embankment height through time changes research of clay loam moisture, placed in plastic tubes and compacted at water saturation factor $S_r = 0,85$ to soil skeleton density $\rho_d = 1,50 - 1,65 \text{ g/cm}^3$ is developed and realized. New experimental relationships of compacted highway embankment clay loam moisture conditions depending on time-lagged till service start, embankment height and it's soil skeleton density, at what the compaction is done are established.

Keywords: highway embankment, long-term strength, water migration, compacted clay loam, soil skeleton density, embankment height, time-lagged.

Аннотация

Разработана и реализована методика физического моделирования миграции воды по высоте дорожной насыпи путем исследований во времени влажности суглинков, помещенных в пластмассовые трубы и уплотненных при коэффициенте водонасыщения $S_r = 0,85$ до плотности скелета грунта $\rho_d = 1,50 - 1,65 \text{ г/см}^3$. Установлены новые экспериментальные зависимости влажностного режима уплотненного суглинка дорожной насыпи от времени ее выдержки до начала эксплуатации, высоты и плотности скелета грунта, при которой проводилось уплотнение.

Ключевые слова: дорожная насыпь, длительная прочность, миграция воды, уплотненный суглинок, плотность скелета грунта, высота насыпи, время выдержки.

Стаття надійшла до редакції у березні 2016р.