

Таблиця 1 – Крок ЦМР для різних рельєфів

Середня розчленованість рельєфу, м/км	Крок ЦМР за величини відносної похибки та коефіцієнта варіації			
	$\delta = 5\%$, $K_v = 5\%$		$\delta = 1\%$, $K_v = 5\%$	
	<i>Step J</i>	<i>Step I</i>	<i>Step J</i>	<i>Step I</i>
8,0	100	25	25	12
11,0	50	15	18	11
27,0	35	11	15	7
33,0	30	9	14	6
113,0	20	5	12,5	5
159,0	12,5	5	12,5	5

Отримані результати можуть бути застосовані у процесі автоматизованого проектування лінійних споруд.

Література

1. Байрак Г. Методи геоморфологічних досліджень: навч. посібник. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2018. 292 с.
2. Батракова А.Г. Енергозберігаюче трасування автомобільних доріг з урахуванням екологічних і ергономічних вимог системи «людина - автомобіль - дорога – середовище»: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.22.11. Х.: ХНАДУ, 2001. 18 с.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ОЦІНЮВАННЯ ВОЛОГОСТІ ҐРУНТІВ

Двалі Роман, ДГ-31-21

(науковий керівник д.т.н., проф. Батракова А.Г.)

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Методи та засоби для отримання значень абсолютної вологості ґрунтів поділяються:

- за характером дії на покриття: руйнівні та неруйнівні;
- за вимірювальним параметром: прямі та непрямі;
- за мобільністю дослідження: стаціонарні і польові лабораторії.

Основою прямих методів є дослідження фізичних властивостей ґрунту шляхом безпосереднього визначення вологості. Під час використання непрямих методів, вологість матеріалу визначають за фізичними властивостями або величинами, які функціонально пов'язані з вологістю.

Кращими є прямі методи випробувань (термоваговий, дистиляційний, екстракційний, метод Фішера), оскільки дозволяють безпосередньо визначити вологість ґрунту. Проте в багатьох випадках, коли необхідно визначити вологість без руйнування конструкції, використовуються результати непрямих методів дослідження (тензометричний, оптичний, електричний та ін.). Методи і засоби щодо визначення характеристик ґрунтів регламентуються нормативними документами [1 - 5] та методиками щодо проведення робіт для визначення фізичних характеристик ґрунтів. Методи визначення вологості ґрунту повинні забезпечувати точність не менше 10 %.

Першими методами дослідження характеристик ґрунтів були методи руйнівної дії, які передбачають відбір зразків із шурфів та бурових свердловин [1, 5]. Відібрані зразки непорушеної структури досліджували на вміст вологості за допомогою прямих методів.

Найбільш розповсюдженим серед прямих методів є термоваговий. Визначення вологості ґрунту, під час застосування термовагового методу, базується на висушуванні і зважуванні відібраного зразка ґрунту до і після висушування. Цей метод є високоточним, тому він використовується для метрологічного забезпечення і калібрування нових типів вологомірів. Головним

недоліком даного методу є використання його лише в лабораторних умовах у зв'язку з висушуванням ґрунту при температурі 105°C, що потребує тривалий період для дослідження (приблизно 4 – 8 год).

В 50-х роках ХХ століття вологість почали визначати за значеннями зміни порового тиску для ґрунтів, у яких вже була відома залежність між всмоктуванням датчика із дрібнопористого скла і вологістю. Даний метод відноситься до групи тензометричних методів [6]. Проте простішими і більш розповсюдженими є методи визначення вологості за допомогою датчиків, що всмоктують воду із ґрунту шляхом вимірювання електропровідності ґрунту, яка залежить від вологості.

До групи оптичних методів належить метод заснований на використанні інфрачервоних фотометричних вологомірів. Основою згаданих методів є вимірювання довжини хвилі інфрачервоного випромінювання, що поглинається вологістю ґрунту або відбивається від поверхні підстильного ґрунту. Характерними особливостями оптичних методів є висока чутливість, точність отримання значень вологості, непереривність отримання інформації та експрес оцінка. Обмеженість у використанні даного методу полягає у тому, що представлений метод дозволяє отримати інформацію про вологість лише на поверхні підстильного ґрунту, тобто контролювати вологість можливо лише в процесі будівництва дорожнього одягу.

Під час застосування радіоізотопних методів контролю [7] можна визначити щільність і масову долю вологості. До групи радіоізотопних методів відносяться нейтронний, рентгенівський і метод ядерного магнітного резонансу.

В дорожній практиці використовується нейтронний метод [8]. Він дозволяє визначити щільність ґрунту за зміною інтенсивності гамма-випромінювання його через середовище, а вологість за допомогою уповільненні

швидких нейтронів вологістю в ґрунті з реєстрацією сповільнених нейтронів, щільність потоку яких зростає зі збільшенням вологості. Радіаційні методи не набули широкого застосування через шкідливий вплив гамма-випромінювання на навколишнє середовище і здоров'я людини, що потребує використання захисту від біологічної дії випромінювання.

До групи електричних методів відноситься електрична розвідка. Суть методу полягає у вимірюванні різниці електричного опору в ґрунті [9]. Струм пропускається між двома електродами, що занурені в ґрунт. Падіння напруги визначають іншими двома електродами, що розташовані між ними за допомогою містка Уйтсона. Вологі ґрунти, а також ґрунти, в яких міститься значна кількість глинистих і пілуватих частинок мають порівняно менший опір, а сухі і піщані ґрунти – більший опір. Проте ці засоби не могли дати правильні значення, адже незначне змінення щільності, структури ґрунту і хімічного складу води значно впливало на результати. Щоб запобігти цьому, почали застосовувати пористі датчики із органічного скла, нейлону, капронової тканини, вугілля, гіпсу із щільно закріпленими в них електродами. Згадані вологоміри дозволяють визначити значення вологості ґрунтів з точністю до 2 – 4 %. Недоліком даного методу є потреба у калібруванні. Для кожного типу ґрунту і при різній вологості потрібно знати значення електричного опору.

Крім вологомірів, в яких змінюється електричний опір в залежності від вологості ґрунту, велике розповсюдження отримали ємнісні датчики. Фізичні передумови для використання ємнісного метода при визначенні вологості ґрунтів ґрунтовані на тому, що діелектрична проникність води ($\epsilon=81$) в рази більша за діелектричну проникність сухого ґрунту ($\epsilon=3-12$). При цьому на значення діелектричної проникності в значній мірі не впливають хімічний склад води і концентрація

розчинених у ній електrolітів. Під час застосування цього методу спочатку вимірюють діелектричну проникність і кут діелектричних втрат електронного конденсатору і на основі цих вимірювань знаходять дійсну діелектричну проникність. Даний метод дозволяє визначити вагову і об'ємну вологість з точністю до 0,1 %.

Згадані вище методи (крім геофізичного та оптичного) дозволяють визначати вологість, ґрунтів лише у контрольних точках, що не дає повної картини про варіювання вологості в повздовжньому і поперечному напрямках. Це є головним недоліком проаналізованих методів для визначення вологості, адже вологість може значно змінюватися навіть на невеликій за протяжністю ділянці автомобільної дороги.

В сучасній практиці обстеження автомобільних доріг все частіше застосовують неруйнівні геофізичні методи. Серед таких геофізичних методів можна виділити георадіолокацію як експрес-метод, що дозволяє отримувати безперервну інформацію для обробки в режимі реального часу [10].

Література

1. Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи польового визначення характеристик міцності і реформованості : ДСТУ Б В.2.1-7-2000. К. : Мінрегіонбуд України, 2001. 85 с.

2. Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Польові випробування. Загальні положення : ДСТУ Б В.2.1-6-2000. К. : Мінрегіонбуд України, 2000. 13 с.

3. Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи лабораторного визначення фізичних властивостей : ДСТУ Б В.2.1-17:2009. К. : Мінрегіонбуд України, 2010. 36 с.

4. Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи лабораторного визначення характеристик міцності

і деформованості : ДСТУ Б В.2.1-4-96. К. : Мінрегіонбуд України, 2010. 107 с.

5. Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Лабораторні випробування. Загальні положення : ДСТУ Б В. 2.1-3-96. К. : Держкоммістобудування України, 1997. 27 с.

6. Black W.P.M. and Croney D. Pore water pressure and moisture content studies under experimental pavements : Proceedings of the Fourth International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering. London, Vol. 2, P. 94–103.

7. Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи радіоізотопного вимірювання щільності та вологості: ДСТУ Б В.2.1-26:2009. К.: Мінрегіонбуд України, 2010. 24 с.

8. Будівельні матеріали. Нейтронний метод вимірювання вологості: ДСТУ Б В.2.7-291:2011. К.: Мінрегіон України, 2012. 11 с.

9. Якість ґрунту. Методи визначення питомої електропровідності, рН і щільного залишку водної витяжки: ДСТУ 8346:2015. К. : Держстандарт України, 2016. 7 с.

10. Батракова А.Г., Ряпухін В.М., Галащук І.Б. Георадарні дослідження дорожніх одягів. Х.: ХНАДУ, 2011. 156 с.

ОСОБЛИВОСТІ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОДЕЗИЧНИХ ВИШУКУВАНЬ ДЛЯ РОЗРОБКИ ПРОЄКТІВ КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ ТРАНСПОРТНИХ СПОРУД

Тертишна А.О.

(науковий керівник проф. Батракова А.Г.)

Харківський національний автомобільно-дорожній
університет

Інженерно-геодезичні вишукування є окремим