

УДК 625.71

канд.техн.наук, доцент Батракова А.Г.,
Урдзік С.М., Процюк В.О.,
Харківський національний автомобільно – дорожній університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОФІЗИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДОРОЖНЬО–БУДІВЕЛЬНИХ МЕТЕРІАЛІВ

В роботі проведено дослідження та встановлено зв'язок електрофізичних властивостей дискретних дорожньо – будівельних матеріалів від їх фізико – механічних властивостей.

Ключові слова: *Дорожньо – будівельні матеріали, георадар, щільність, вологість, діелектрична проникність, залежність.*

В сучасній практиці все частіше використовується діагностика стану об'єктів інженерної інфраструктури неруйнівними геофізичними методами. Даній проблемі присвячено ряд наукових праць.

Серед таких геофізичних методів можна виділити георадіолокацію. Сьогодні георадіолокація застосовується для вирішення широкого кола задач у вишукуванні, проектуванні і експлуатації автомобільних доріг: Визначення положення рівня ґрунтових вод, визначення місцеположення і розміру інженерних комунікацій, оцінка однорідності ґрунту земляного полотна, виконання контролю вологості влаштованих матеріалів, оцінка товщини шарів конструкцій дорожнього одягу, визначення несучої здатності дорожніх конструкцій через товщину шарів і вологість ґрунтів земляного полотна.

При вирішенні цих завдань ключовою проблемою є визначення величини діелектричної проникності. Оскільки саме вона зв'язана зі швидкістю розповсюдження електромагнітної хвилі в середовище, та істотним чином впливає на точність визначення товщини конструктивних шарів дорожнього одягу методом підповерхностної радіолокації [1]. Тому задача визначення діелектричної проникності має важливе практичне значення при застосуванні георадарних технологій.

Відомо, що діелектрична проникність кам'яного матеріалу змінюється в діапазоні від 4 до 10 та залежить від щільності та вологості матеріалів.

Нами була поставлена задача визначення залежності електрофізичних характеристик (діелектричної проникності) від вологості і щільності дискретних дорожньо-будівельних матеріалів.

При вирішенні поставленої задачі нами було проведено ряд лабораторних дослідів по визначенню електрофізичних характеристик дискретних матеріалів.

Для дослідження використовувався георадар «Одяг», розроблений інститутом радіофізики і електроніки ім. О.Я. Усікова Національної академії наук України. Роботи виконувалися із застосуванням антенного блока з центральною частотою 1ГГц (максимальна глибина зондуючого сигналу 1,2м, роздільна здатність $\pm 0,05$ м). Зондування проводилося при розгортках 5 нс, 10 нс, 25 нс.

При досліджуванні електрофізичних характеристик були використані зразки з різними фракціями щебеню і при різних коефіцієнтах ущільнення щебеню. Як досліджуваний зразок використовувалася конструкція розміром 60х60см і товщиною 40см (Рис.1). Такий розмір моделі обґрунтований відсутністю крайових ефектів при вимірюваннях. Використовувався для лабораторних досліджень щебінь фракцій: 5-10 мм, 10-20 мм і продукти подрібнення щебеню (0-5мм).

Для досягнення необхідного коефіцієнта ущільнення щебеню використовувалася вібраційна плита (Рис.2). Ущільнення проводилося пошарово. Для досягнення рівномірного ущільнення, приймалася товщина шару щебеню – 10 см. Коефіцієнт ущільнення розраховується як відношення маси ущільненого щебеню до маси щебеню з насипною щільністю:

$$K_{уц.} = \frac{M_{уц.}}{M_n},$$

де $M_{уц.}$ - маса щебеню в ущільненому стані,
 M_n - маса щебеню при насипній щільності.



Рис. 1. Вимірювання георадаром зразка товщиною 40 см.



Рис. 2. Пошарове ущільнення матеріалу віброплітою

По результатам зондування визначається часова затримка сигналу при проходженні шару моделі відомої товщини (40 см).

Знання затримки Δt дозволило визначити величину діелектричної проникності матеріалу:

$$\varepsilon = \left(\frac{c \cdot \Delta t}{2h} \right)^2$$

де C – швидкість світла у вакуумі, $C = 30$ см/нс.

Обґрунтованість. Такий підхід доведено в роботі Судакової М.С. «Разработка и применение методики диэлектрических измерений с использованием полевого георадара в лабораторных условиях» [2].

Проведені експерименти дозволили встановити залежність між діелектричною проникністю та щільністю. (Рис. 3.)

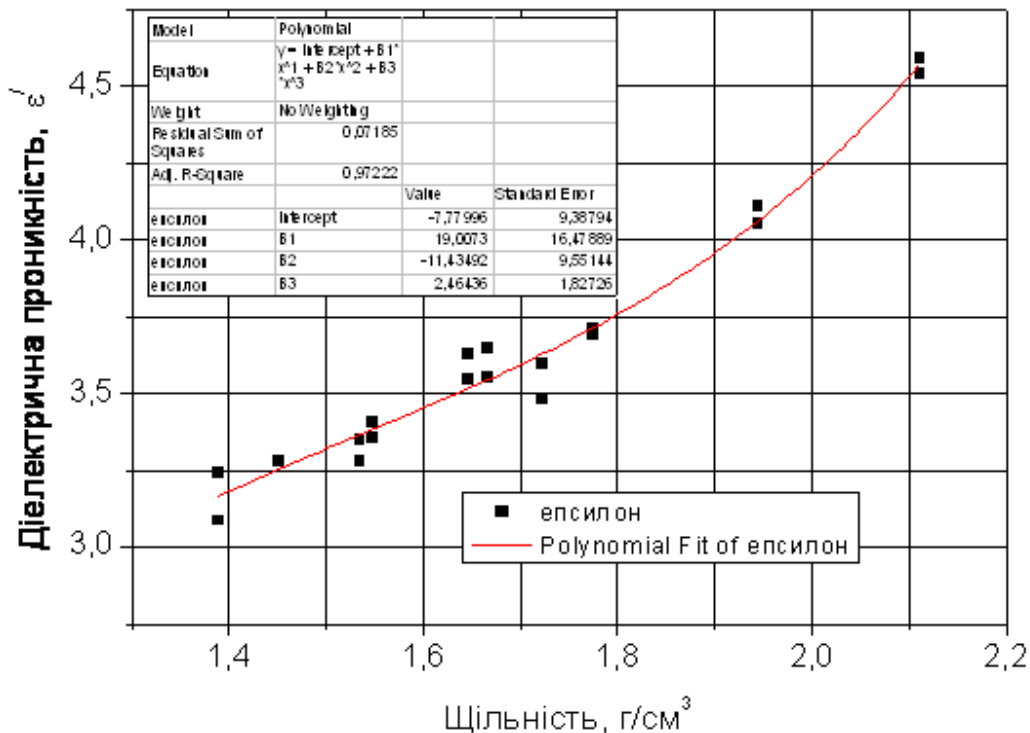


Рис. 3. Зв'язок діелектричної проникності зі щільністю щебеневого шару

Апроксимація експериментальних даних методом найменших квадратів дозвола отримати залежність у вигляді:

$$\varepsilon' = -7,77996 + 19,0073 \times \rho - 11,43492 \times \rho^2 + 2,46436 \times \rho^3$$

де ρ - щільність щебеневого шару, г/см^3 .

Оцінка зв'язку діелектричної проникності з вологістю проводилася на моделях щебеневого шару 40 см фракції 5-10 мм з $K_{уц}=1,0$.

Порядок проведення зондування описаний раніше. При зондуванні шару даної товщини впливами діелектричних втрат можна знехтувати.

Для оцінки зв'язку проводилося рівномірне зволоження шару. Відносна вологість матеріалу визначалася шляхом висушування згідно ДСТУ [3]. За результатами вимірювань встановлена залежність між діелектричною проникністю та вологістю (рис. 4).

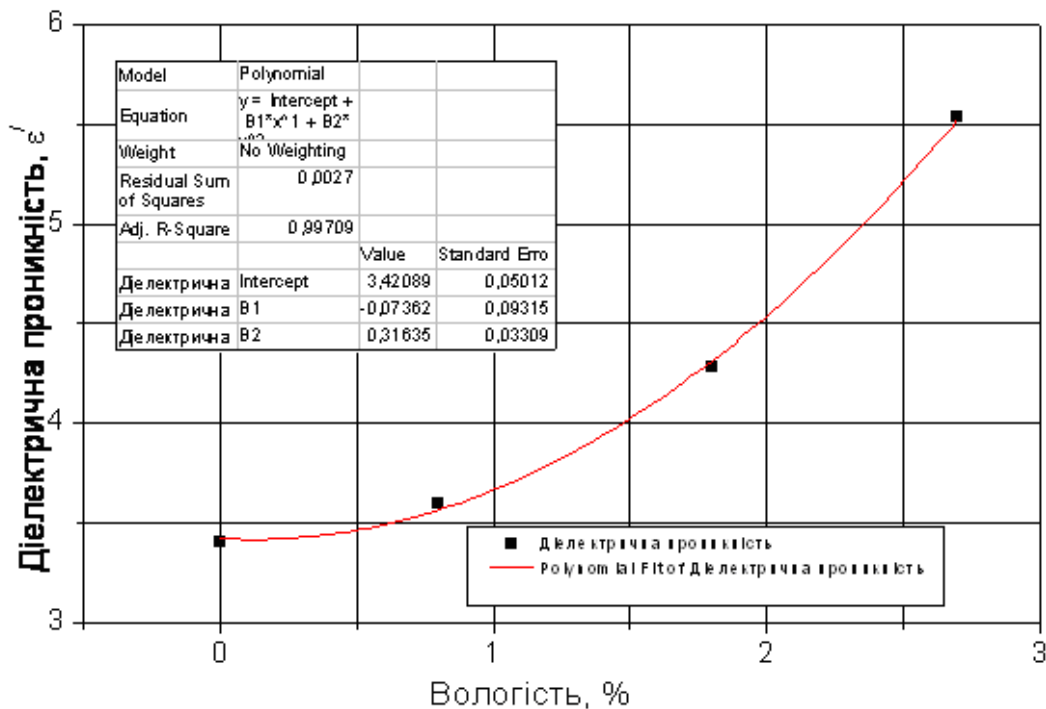


Рис. 4. Зв'язок діелектричної проникності з вологістю щебеневого шару

Таким чином встановлений зв'язок діелектричної проникності із вологістю щебеневого шару можна представити у вигляді:

$$\epsilon' = 3,4209 - 0,07362 \times W + 0,31635 \times W^2$$

де W - вологість шару, %.

Знання щільності та вологості матеріалу дозволило визначити діелектричну проникність, що істотним чином підвищує точність результатів інтерпретації радарограм при визначенні товщини конструктивних шарів дорожнього одягу.

Література

1. Владов М.Л., Старовойтов А.В. Введение в георадиолокацию. Учебное пособие – М.: Издательство МГУ, 2004 – 253 с.
2. Судакова Мария Сергеевна. Разработка и применение методики диэлектрических измерений с использованием полевого георадара в лабораторных условиях. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.
3. ДСТУ Б В.2.1-4-96 Грунти. Методи лабораторного визначення характеристик міцності і деформованості.

Аннотация

В работе проведены исследования и установлена зависимость электрофизических характеристик дискретных дорожно–строительных материалов от их физико–механических свойств.

Ключевые слова: дорожно–строительные материалы, георадар, плотность, влажность, диэлектрическая проницаемость, зависимость.

Annotation

During laboratory tests the research is conducted and dependence of electro-physical properties of discrete is set road - build materials from their physical - mechanical properties.

Keywords: road materials, georadar, closeness, humidity, inductivity, dependence.