

УДК 625.75 : 658.562.012.7

Волощук Д.В.

ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ПРИЛАДІВ ПРИ КОНТРОЛІ ЯКОСТІ УЩІЛЬНЕННЯ ҐРУНТІВ

Анотація. Наводиться власний досвід роботи з приладом динамічного навантаження типу ZFG 02, який належить до експрес-методів контролю якості виконання робіт шляхом визначення динамічного модуля пружності та застосування методів статистики при обробці отриманих даних.

Ключові слова: ґрунт, якість, оцінка.

Аннотация. Приводится собственный опыт работы с прибором динамической нагрузки типа ZFG 02, который относится к экспресс-методам контроля качества выполнения работ путем определения динамического модуля упругости и применения методов статистики при обработке полученных данных.

Ключевые слова: почва, качество, оценка.

Annotation. It is given an own experience with the device of dynamic load ZFG 02, which refers to quick quality control methods, by determining the dynamic modulus of elasticity and the application of statistical methods for data processing.

Keywords: soil, quality, assessment.

Вступ

При сучасних темпах будівництва виникає необхідність застосування експрес-методів контролю якості ущільнення різних матеріалів. Стандартний метод (метод ріжучого кільця, згідно з [1]) не дає можливості швидко і

оперативно отримувати результати, що суттєво гальмує виробничий процес та вимагає значних витрат трудових ресурсів. Нормативними документами, зокрема [2], дозволяється проводити до 90% вимірів експрес-методами, але не при приймальному та інспекційному контролі. В останні роки на українському ринку з'явився цілий ряд приладів закордонного виробництва, які пропонуються для оперативного виконання таких робіт. Тому виникає необхідність дослідити можливість використання таких приладів.

Основна частина

У 2010 році лабораторією ґрунтів та земляного полотна ДерждорНДІ виконувались роботи по визначенню ступеня ущільнення основи льодового поля при будівництві однієї із спортивних споруд в місті Києві. Конструкція основи була представлена в нижньому шарі щебенем фракції 10-20 мм, товщиною 20 см, а в верхньому – піщано-щебеневою подушкою (40% – щебінь фракції 5-20 мм, 60% – дрібнозернистий пісок), товщиною 60 см. Зважаючи, що характер матеріалу не дозволяє застосовувати метод ріжучого кільця, роботи виконувались приладом динамічного навантаження ZFG 02 фірми Mechanical Engineer Bernd Zon (рис. 1).



Рис. 1. Визначення динамічних модулів пружності приладом ZFG 02

Використання цього приладу є більш продуктивним та менш трудомістким порівняно із статичними штамповими випробуваннями. Прилад складається з плити, на яку передається динамічне навантаження, навантажуючого пристрою,

а також пристрою для обробки та виведення на друк даних. Навантажуючий пристрій виконаний за класичною схемою – гиря, що вільно падає по направляючій штанзі, створює імпульс навантаження. Для отримання значення динамічного модуля пружності E_{vd} необхідно виконати трикратне скидання вантажу, після чого пристрій, на основі отриманих величин прогинів та тривалості дії навантаження, виводить середнє значення параметра. В інформативних матеріалах до цього приладу [3] наводяться орієнтовні залежності між статичним модулем пружності E_{v2} , динамічним модулем пружності E_{vd} та ступенем ущільнення D_{pr} (за Проктором). Ця інформація в інструкції до приладу подається згідно стандарту «Земляні роботи та будівництво автомобільних доріг» ZTV E-STB 94', табл. 1.

Таблиця 1 – Значення допустимого навантаження згідно вимог стандарту «Земляні роботи та будівництво автомобільних доріг» ZTV E-STB 94'

Вид елемента конструкції	Матеріал елемента конструкції	$D_{Pr} \%$ (по Проктору) / ГОСТ 22733-77	Статичний модуль пружності E_{v2} , МПа	Динамічний модуль пружності E_{vd} , МПа
Природні основи	Переважно дрібнозернисті ґрунти або змішані, з включенням окремих щебінок	—	> 45 > 45-20	> 25 > 25-15
Насипні грубозернисті ґрунти, що штучно ущільнювались	GW грубий (20-60 мм) щебінь, гравій	>103/110	>120	>60
	GI середній (6,3 – 20,0 мм) щебінь, гравій	>100/105 >97/100	>100 >80	>40
	GE дрібний (2,0 – 6,3 мм) щебінь, гравій	>100/105	>80	>40
	SE – SW – SI пісок	>97/100 >95/98	>60 >45	>30 >25

Місця випробувань були обрані довільно але з певним порядком: умовно розбили ділянку сіткою 10x10 м, в наслідок чого отримали шістнадцять точок випробувань. В кожній точці, паралельно з динамічними штамповими випробуваннями, відбирався матеріал для визначення його вологості (таблиця № 1).

Таблиця 2 – Середні значення динамічних модулів пружності, прогинів та вологості ґрунту в місцях випробувань

№ серії випробувань	Вологість ґрунту, %	Середні значення динамічного модуля пружності E_{vd} , МПа	Середнє начення прогину Δl , мм	Тривалість дії сили (імпульсу) t , мсек	№ серії випробувань	Вологість ґрунту, %	Середнє значення динамічного модуля пружності E_{vd} , МПа	Середнє значення прогину Δl , мм	Тривалість дії сили (імпульсу) t , м/сек
1	1,38	96,6	0,233	2,69	9	1,42	79,5	0,283	3,16
2	1,31	99,1	0,227	2,65	10	1,22	91,5	0,246	3,03
3	1,28	92,6	0,243	2,54	11	1,37	94,5	0,238	2,95
4	1,08	106,6	0,211	2,68	12	0,97	92,2	0,244	2,98
5	0,68	99,1	0,227	2,75	13	1,22	93,4	0,241	2,79
6	1,19	109,8	0,205	2,61	14	1,78	106,1	0,212	2,80
7	1,15	100,0	0,225	2,69	15	2,12	102,7	0,219	2,88
8	1,22	104,7	0,215	2,67	16	2,53	135,5	0,166	2,45

Проаналізувавши ці результати, визначили, що 9-а та 16-та точки значно відрізняються від інших за значенням динамічного модуля пружності E_{vd} . І хоча їх вплив на значення середньої був не дуже суттєвий $\mu_{n=16}=100,24 \text{ МПа} \approx \mu_{n=14}=99,21 \text{ МПа}$, їх присутність значно збільшувала значення дисперсії $\sigma_{2n=16}=144,04 \gg \sigma_{2n=14}=36,32$ та стандартного відхилення $\sigma=12,0 \text{ МПа} \gg \sigma=6,03 \text{ МПа}$, які характеризують розкид даних та неоднорідність вибірки, що дозволяє розглядати їх як аномальні. Зокрема площа в районі точки № 9 вимагала додаткового ущільнення.

Після відкидання аномальних значень оцінку ступеню ущільнення більшої частини дослідженої площі виконали шляхом порівняння дослідної вибірки із директивним розкидом, в якому за середину розподілу було прийнято $E_{vd}=100 \text{ МПа}$, згідно з [4], при умові, що менше мінімальних значень ($E_{vd \text{ min}}=90 \text{ МПа}$) повинно бути не більше 5 % всіх значень. Порівняння здійснювалось за допомогою статистичних критеріїв Стюдента t та Пірсона χ^2 , за формулами:

$$t_e = \left| \frac{\bar{X} - \mu}{U} \sqrt{n} \right|, \quad (1)$$

$$\chi_{\epsilon}^2 = \frac{(n-1)S^2}{U^2} \quad (2)$$

У графічній інтерпретації (рис. 2) видно, що фактичний вибірковий розподіл відповідає нормативним вимогам, тобто ступінь ущільнення основи є достатнім.

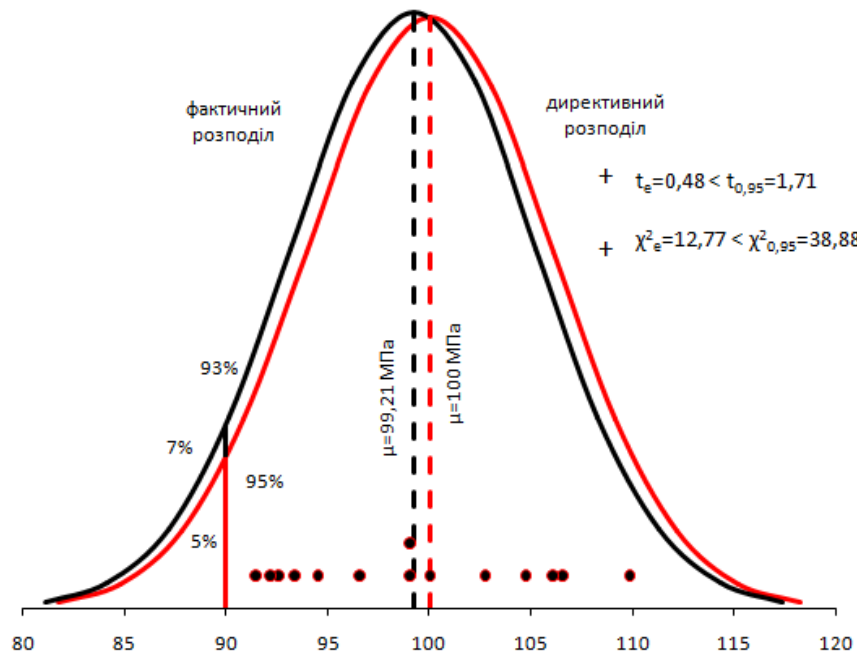


Рис.2. Порівняння фактичного розподілу динамічних модулів пружності з директивним

Висновки

Наведений приклад свідчить, що застосування приладів, аналогічних використаному в цій роботі, дозволяє значно збільшити кількість вимірів і ефективно використовувати при прийнятті рішень статистичні методи аналізу. Обстеження займають небагато часу і дозволяють швидко приймати обґрунтовані рішення. Зараз такі прилади у нас ще не набули широкого застосування, хоча закордоном досить поширені.

Література

1. ДСТУ Б В.2.1-17:2009. Ґрунти. Методи лабораторного визначення фізичних властивостей. Київ 2010.
2. ДБН В.2.3-4:2007. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. Київ 2007.
3. Light Drop-Weight Tester ZFG 02. Operating manual. © 1995-2004 Zorn, Stendal Germany. All rights reserved.
4. ВБН В.2.3-218-008-97. Проектування і будівництво жорстких та з жорсткими прошарками дорожніх одягів. Київ 1997.