

УДК 624.01

Стеценко О.М., м. Харків, Україна

Гаврилюк М.О., м. Харків, Україна

Маслов Д.О., м. Харків, Україна

Макаренко Д.М., м. Харків, Україна

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

АНАЛІЗ ТА УЗАГАЛЬНЕННЯ НОРМАТИВНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КЛАСИФІКАЦІЇ ГРУНТІВ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

Проектування земляного полотна є найбільш відповідальним етапом, оскільки руйнування або неприпустимі деформації земляного полотна, що пов'язані з помилками проектування, призводять до зниження надійності всіх конструктивних елементів автомобільних доріг, збільшення витрат на забезпечення нормативного техніко-експлуатаційного стану дорожнього одягу, водопропускних споруд, елементів облаштування тощо. Недостатня міцність конструкції земляного полотна є однією з причин виникнення деформацій та руйнувань конструкції дорожнього одягу, що призводить до погіршення умов руху, збільшення збитків від дорожньо-транспортних пригод, збільшення собівартості перевезень тощо.

Згідно з ДБН В.2.3-4 [1] конструкцію земляного полотна призначають за типовими рішеннями з прив'язкою до конкретних умов проектування або розробляють індивідуально.

В альбомі АД А.2.4-37641918-006 [2] наведені найбільш характерні типові рішення з конструювання земляного полотна

автомобільних доріг загального користування, які застосовують на стійких природних основах в рівнинній, пересічній, гірській місцевості або у товщі стійких косогорів, в нескельних ґрунтах і скельних слабовивітрюваних і легковивітрюваних ґрунтах, а також в районах боліт, засолених ґрунтів, рухливих пісків, штучного зрошення і т.д.

Поперечні профілі земляного полотна призначають залежно від висоти насипу або глибини виїмки, а також від ґрунтових умов з урахуванням природних особливостей району будівництва і категорії автомобільної дороги [1].

Ґрунти, що використовують при будівництві земляного полотна класифікують згідно з національними стандартами за такими ознаками як [1, 2, 3]: походження, гранулометричний склад, морозне здимання при замерзанні, показники пластичності та текучості, схильність до просідання при зволоженні, засоленість, набрякання, вміст органічної речовини [1]. Різновид ґрунтів за ступенем зволоження, допустима вологість ґрунтів при ущільненні та ступінь ущільнення ґрунту насипу земляного полотна визначаються згідно з ДБН В.2.3-4 [1].

Згідно з ДБН В.2.3-4 [1] при проектуванні робочого шару земляного полотна необхідно використовувати практично нездимальні або слабоздимальні ґрунти із забезпеченням надійного захисту від зволоження поверхневими та ґрунтовими водами. У випадку, якщо це неможливо, необхідно передбачити заходи з:

- регулювання водно-теплового режиму земляного полотна;

- укріплення і стабілізації ґрунту робочого шару;

- влаштування армуючих прошарків;

- влаштування дренажу для пониження рівня підземних вод або спеціальних конструкцій поперечних профілів земляного полотна для захисту від поверхневої води.

Згідно з [1, 3, 4] при проєктуванні земляного полотна необхідно призначати такі технологічні і конструктивні заходи щодо регулювання водно-теплового режиму, що забезпечували б заздалегідь обраний проєктний діапазон коливання вологості ґрунту, а також заздалегідь прийнятий розрахунковий модуль дорожнього одягу, який обумовлює найменшу вартість комплексної дорожньої конструкції. Регулювання водно-теплового режиму ґрунтів земляного полотна можливо виконувати за допомогою геосинтетиків улаштуванням [5]:

- теплоізолюючих або морозостійких шарів;

- дренажного шару для відведення надлишкової води;

- паронепроникних шарів для регулювання водно-теплового режиму;

- гідроізоляційних шарів.

Вимоги до ступеню ущільнення ґрунту різних елементів насипу земляного полотна (робочий шар насипу та виїмки, насип що не підтоплюється та насип що підтоплюється), в залежності від типу дорожнього одягу та дорожньо-кліматичної зони регламентовано у ДБН В.2.3-4 [1] та СН 449-72 [3].

У ДБН В.2.3-4 [1] окремо виділено поняття особливих, слабких, дренажних та однорозмірних ґрунтів. До особливих ґрунтів відносять ґрунти, які під дією погодно-кліматичних факторів і навантажень змінюють міцність і стійкість у часі (торф, засолений ґрунт, мул, лес, мергель та ін.). До слабких ґрунтів відносять ґрунти, опір зсуву яких в умовах природного залягання становить менше 0,075 МПа, модуль осідання перевищують 50 мм/м або модуль деформації становить менше 5 МПа. До дренажних ґрунтів відносять ґрунти, що мають коефіцієнт фільтрації не менше ніж 0,5 м/добу, при досягненні максимальної щільності при стандартному ущільненні [6]. До однорідних піщаних ґрунтів у робочому шарі земляного полотна поряд з пісками, що мають коефіцієнт неоднорідності $C_u < 3$, відносять також дрібні піски з вмістом частинок розміром від 0,1 мм до 0,25 мм не менш як 90 % за масою.

Ґрунти робочого шару земляного полотна необхідно проектувати в комплексі з дорожнім одягом, так щоб вони сприяли зміцненню дорожнього одягу, при цьому не збільшували вартості земляного полотна [1]. При виконанні розрахунків на міцність укріплену верхню частину робочого шару земляного полотна потрібно розглядати як конструктивних шар дорожнього одягу, згідно з ГБН В.2.3-37641918-559 [4].

Поряд із застосуванням загальної інженерно-геологічної класифікації ґрунтів [7] застосовують додатково класифікації ґрунтів за окремими ознаками, таблиці 1 – 8.

Таблиця 1 – Різновиди глинистих ґрунтів робочого шару земляного полотна автомобільних доріг

Різновиди ґрунту	Показники	
	вміст піщаних часток, % від маси	Число пластичності
супісок:		
легкий крупний	понад 50	1 – 7
легкий	понад 50	1 – 7
пилуватий	від 50 до 20	1 – 7
важкий	менше 20	1 – 7
пилуватий		
суглинок:		
легкий	понад 40	7 – 12
легкий	менше 40	7 – 12
пилуватий		
важкий	понад 40	12 – 17
глина:		
піщана	понад 40	17 – 27
пилувата	менше 40	17 – 27
жирна	не нормується	понад 27

Таблиця 2 – Різновиди ґрунту земляного полотна за ступенем засолення

Різновиди ґрунту	Сумарний вміст легкорозчинних солей, % від маси сухого ґрунту	
	хлоридно-сульфатно-хлоридне засолення	сульфатно-хлоридно-сульфатне содове засолення
слабозасолені	0,5 – 2,0 0,3 – 1,0	0,5 – 1,0 0,3 – 0,5
середньозасолені	2,0 – 5,0 1,0 – 5,0	1,0 – 3,0 0,5 – 2,0
сильнозасолені	5,0 – 10,0 5,0 – 8,0	3,0 – 8,0 2,0 – 5,0
надмірно засолені	> 8,0 > 10,0	> 8,0 > 5,0
Примітка. У чисельнику наведено значення для V дорожньо-кліматичної зони, в знаменнику наведено значення для інших зон		

У дорожньому будівництві визначають особливі ґрунти, які мають специфічні властивості. До особливих ґрунтів відносять: торф'яні і заторфовані ґрунти, сапропелі, мули, іюльдіві глини, леси, аргіліти і алевроліти, мергелі, глинисті мергелі і мергелісті глини, трепел, тальк і пірофіллітові ґрунти, глинисті сланці і сланцеві глини, чорноземи, барханні піски, техногенні ґрунти (відходи промисловості).

Таблиця 3 – Різновиди ґрунту робочого шару земляного полотна за просіданням при замочуванні

Різновиди ґрунту	Коефіцієнт ущільнення	Відносна деформація просадки, % від товщини шару замочування
непросадочний	понад 0,92	менше 2 2 – 7 8 – 12 понад 12 – 15
слабопросадочний	– 0,95	
просадочний	0,85– 0,91	
сильнопросадочний	0,80 – 0,84	
	менше 0,75	
	– 0,79	
Примітка. Класифікація не поширюється на скельні водостійкі ґрунти і ґрунти з включенням водонерозчинних цементуючих речовин, просідання яких оцінюють за даними лабораторних випробувань		

Таблиця 4 – Різновиди ґрунту робочого шару земляного полотна за набуханням

Різновиди ґрунту за набуханням (при вологості 0,5 wo)	Відносна деформація набухання, % від товщини шару зволоження
ненабухаючі	менше 2
сладонабухаючі	2 – 4
середньонабухаючі	5 – 10
сильнонабухаючі	понад 10
Примітка. wo – оптимальна вологість	

**Таблиця 5 – Класифікація ґрунтів верхньої частини
земляного полотна по мірі пучиноутворення при промерзанні**

Групи ґрунту за ступенем пучиноутворення	Найменування ґрунту по мірі пучиноутворення	Відносне морозне пучиноутворення зразка
I	непучинисті	< 1
II	слабопучинисті	1 – 4
III	пучинисті	4 – 7
IV	сильнопучинисті	7 – 10
V	надмірно пучинисті	> 10

Таблиця 6 – Групи ґрунтів за ступенем пучинності

Ґрунти	Група за ступенем пучинності
пісок гравелистий, крупний і середньої крупності із вмістом частинок дрібніше 0,05 мм до 2 %	I
пісок гравелистий, крупний, середньої крупності і дрібний із вмістом частинок дрібніше 0,05 мм до 15 % супісок легкий крупний	II
супісок легкий, суглинок легкий і важкий	III
пісок пилуватий, супісок пилуватий, суглинок важкий пилуватий	IV
супісок важкий пилуватий, суглинок легкий пилуватий	V

Таблиця 7 – Орієнтовні значення морозного пучиноутворення земляного полотна

Ґрунт робочого шару	Середнє значення відносного морозного пучиноутворення зони промерзання, при її глибині 1,6 м
Пісок: гравелистий, крупний і середньої крупності із вмістом частинок дрібніше 0,05 мм до 2 %	1 1
гравелистий, крупний і середньої крупності із вмістом частинок дрібніше 0,05 мм до 15 %	1 1 – 2
дрібний із вмістом частинок дрібніше 0,05 мм до 2 %	1 1 – 2
дрібний із вмістом частинок дрібніше 0,05 мм менше 15 %	1 – 2 2 – 4
пилуватий	2 – 4 7 – 10
супісок легкий крупний	1 – 2 2 – 4
супісок легкий	1 – 2 4 – 7
супісок пилуватий	2 – 4 7 – 10
супісок важкий пилуватий	4 – 7 10
суглинок легкий	2 – 4 4 – 7
суглинок легкий пилуватий	4 – 7 10
суглинок важкий	2 – 4 4 – 7
суглинок важкий пилуватий	2 – 4 7 – 10
глина	2 – 4 4 – 7

**Таблиця 8 – Класифікація ґрунтів земляного полотна
за ступенем зволоження**

Різновид ґрунту за ступенем зволоження	Вологість
недозволені ґрунти	менше w_o
ґрунти з нормальною вологістю	від $0,9 w_o$ до $w_{доп}$
ґрунти з підвищеною вологістю	від $w_{доп}$ до $w_{пр}$
перезволожені ґрунти	понад $w_{пр}$
Примітка: w_o – оптимальна вологість, $w_{пр}$ – максимальна можлива вологість ґрунту при коефіцієнті ущільнення 0,9; $w_{доп}$ – максимальна вологість, при якій ще забезпечується можливість ущільнення ґрунту до необхідного нормами коефіцієнта ущільнення	

При застосуванні звичайних ґрунтів проектні рішення приймають на основі оцінки ґрунтів за складом і станом з виходом на кількісні показники фізико-механічних властивостей по табличних даних (класифікації і типізації), що наведено у [8].

При застосуванні особливих ґрунтів їх фізико-механічні характеристики, що відображають особливості їх властивостей і специфіку їх поведінки у земляному полотні, визначають на основі безпосередніх випробувань конкретного ґрунту згідно з [9, 10].

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.3-4:2015 Автомобільні дороги. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво.
2. АД А.2.4-37641918-006:2018 Альбом типових проектних рішень конструкції земляного полотна автомобільних доріг загального користування.
3. СН 449-72 Указания по проектированию земляного полотна железных и автомобильных дорог.

4. ГБН В.2.3-37641918-559:2019 Автомобільні дороги. Дорожній одяг нежорсткий. Проектування.

5. Р В.2.3-218-02070915-755:2009 Рекомендації із застосування геосинтетичних матеріалів при регулюванні водно-теплового режиму дорожньої конструкції.

6. ДСТУ Б В.2.1-12:2009 Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Метод лабораторного визначення максимальної щільності.

7. ДСТУ Б В.2.1-2-96 Основи та підвалини будинків і споруд . Ґрунти. Класифікація.

8. Довідник № 1 Розрахункових характеристик ґрунту, матеріалів покриття і основи дорожнього одягу та навантажень від транспортних засобів.

9. ДСТУ Б В.2.1-6-2000 Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Польові випробування. Загальні положення.

10. ДСТУ Б В.2.1-17:2009 Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти Методи лабораторного визначення фізичних властивостей.