

А.Г. Батракова, Є.В. Дорожко, Е.В. Захарова

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

АНАЛІЗ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ НОРМАТИВНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЄКТУВАННЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА В СКЛАДНИХ ІНЖЕНЕРНО- ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ

Проведено аналіз та обґрунтування нормативного забезпечення проєктування земляного полотна в складних інженерно-геологічних умовах. На підставі отриманих даних обґрунтовано необхідність у розробленні національного стандарту щодо проєктування земляного полотна автомобільних доріг загального користування як доповнення до основних положень нормативних документів з будівництва автомобільних доріг загального користування і транспортних споруд.

Ключові слова: земляне полотно, складні інженерно-геологічні умови, автомобільні дороги, проєктування.

Постановка проблеми

Проєктування земляного полотна є найбільш відповідальним етапом, оскільки руйнування або неприпустимі деформації земляного полотна, що пов'язані з помилками проєктування, 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.

Разом з тим, у нормативних документах з проєктування автомобільних доріг відсутня будь-яка регламентація щодо порядку та методів розрахунку земляного полотна автомобільних доріг у складних умовах (на слабких, просадних ґрунтах, у скельних ґрунтах). Тому з метою подальшого розроблення переліку обов'язкових розрахунків під час проєктування земляного полотна необхідно провести аналіз та узагальнення нормативного забезпечення з конструювання земляного полотна автомобільних доріг загального користування, визначити вимоги щодо проєктування земляного полотна в складних інженерно-геологічних умовах.

Формування мети статті

Узагальнити нормативні вимоги стосовно проєктування земляного полотна автомобільних доріг загального користування в складних інженерно-геологічних умовах.

Виклад основного матеріалу

До складних інженерно-геологічних умов відносять влаштування земляного полотна автомобільних доріг на крутосхилах, гірських схилах, болотах, слабких основах, затоплюваних ділянках, засолених ґрунтах, зрошуваних землях, зсувних і зсувонебезпечних ділянках, перезволожених ґрунтах [1].

Завданням індивідуального проєктування є розробка та обґрунтування техніко-економічними розрахунками конструкцій земляного полотна і додаткових заходів, що забезпечують стійкість, міцність, довговічність земляного полотна і нормальний рух транспорту в даних природних умовах.

За основу індивідуальних проєктів приймаються відповідні типові поперечні профілі насипів, виїмок. Роботи з індивідуального проєктування складаються з [2]:

- перевірки розрахунком стійкості укосів насипів і виїмок типових конструкцій з урахуванням місцевих умов;
- обґрунтування заходів щодо забезпечення стійкості укосів земляного полотна типової конструкції, якщо за розрахунком вона виявляється нестійкою;
- перевірки загальної та місцевої стійкості земляного полотна;
- призначення протидеформаційних заходів за результатами розрахунків окремих елементів земляного полотна (стійкості, міцності, осідання тощо).

Розрахунок земляного полотна стримуючих споруд (підпірних стін, контрбанкетів і т.д.) постійного і тимчасового навантаження, що визначають напружений стан і деформативність ґрунту в укосах і основі земляного полотна, проводиться за

граничними станами. Граничним є стан, за якого земляне полотно або його окремі елементи (укоси, основа, стримуючі споруди) не задовольняють експлуатаційним вимогам – втрачають здатність чинити опір зовнішнім впливам, отримують неприпустимі деформації або місцеві пошкодження.

Надійність розрахунку щодо запобігання граничних станів земляного полотна або його окремих елементів забезпечується врахуванням умов і особливостей роботи земляного полотна та його основи, обґрунтованим вибором розрахункових схем і передумов розрахунку, а також введенням у розрахунки можливих мінімальних значень міцності ґрунтів і максимальних навантажень і впливів.

Розрахунки стійкості земляного полотна, його основи та утримуючих споруд виконують на основне сполучення навантажень, що діють і впливу:

- ваги і тиску ґрунтів;
- ваги споруд та їх частин, підпирних стін і т.п.;
- рухомий, тимчасового навантаження;
- води на ділянках підтоплення.

При цьому враховують опірність ґрунтів силовим впливам. У сейсмічних районах розрахунки виконують на поєднання постійних і тимчасових навантажень, реакцій і сейсмічного впливу.

Основними характеристиками опору ґрунтів силовим впливам є нормативний опір (коефіцієнт зчеплення, кут внутрішнього тертя, модуль пружності), що встановлюються за результатами статистичної обробки даних безпосередніх випробувань ґрунтів або, для розрахунків на стадії розробки технічного проекту, за даними ДБН В.2.3-4 [1].

Оцінка стійкості та обґрунтування заходів, що забезпечують необхідну стійкість укосів земляного полотна і природних схилів, у межах яких розміщуються споруди, є основними завданнями проектування земляного полотна у складних інженерно-геологічних умовах.

Розрахунок стійкості споруд або їх елементів виконують при проектуванні:

- насипів висотою понад 12 м на міцній основі;
- насипів будь-якої висоти на слабкій основі;
- насипів, що підтоплюються;
- насипів висотою понад 6 м з глинистих перезволожених ґрунтів;
- виїмок глибиною понад 12 м;
- виїмок глибиною менше 12 м, що прорізають масиви перезволожених глинистих ґрунтів, ґрунтів з шаруватою текстурою, з наявністю водоносних шарів та в інших несприятливих природних умовах;
- виїмок з висотою укосів понад 16 м у скельних породах;
- земляного полотна на крутих і нестійких крутосхилах.

Індивідуальне проектування земляного полотна на крутосхилах необхідно обґрунтовувати відповідними розрахунками з урахуванням стійкості крутосхилу як у природному стані, так і під час та після спорудження земляного полотна [1].

Влаштування конструкції земляного полотна на болотах передбачають роботи з [1]:

- видалення слабких ґрунтів або їх використання в основі насипу з розробленням спеціальних заходів із забезпечення стійкості;
- зменшення та прискорення осідання;
- виключення недопустимих пружних коливань;
- влаштування бERM шириною не менше ніж 1 м з розташуванням їх не менше ніж на 0,5 м вище рівня болота.

Вимоги до насипів на слабкій основі наведено у ДБН В.2.3-4. При проектуванні насипу на слабких основах необхідно передбачати спеціальні заходи, які забезпечують можливість використання слабких ґрунтів в основі [1]:

- зменшення крутизни укосів;
- влаштування бічних бERM;
- тимчасове перевантаження та регулювання режиму спорудження насипу;
- влаштування вертикального дренажу;
- армування основи і тіла насипів геосинтетичними прошарками тощо.

Порядок конструювання насипів на слабкій основі наведено у ГБН В.2.3-37641918-544 [3]. Геосинтетики для армування основи вкладають у конструкцію у вигляді полотен, напівзамкнених і замкнених обойм, рисунки 1–5.



Рис. 1. Одношарове армування насипу напівзамкненою обоймою [3]



Рис. 2. Багатошарове армування насипу напівзамкненими обоймами [3]

На дуже слабких основах, де передбачено армування геогратами, може виникати необхідність застосування розділяючого і фільтруючого

геотекстилю для запобігання змішуванню ґрунту в підшві насипу. Армування геосинтетиками доцільно використовувати в комбінації з класичними методами зменшення порового тиску, такими як піщані палі та піщані дрени тощо.

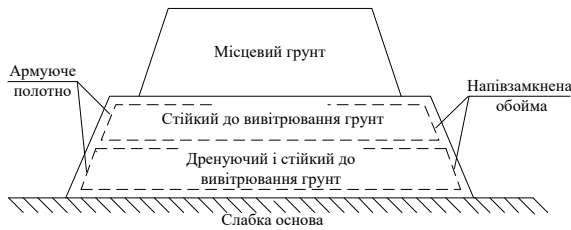


Рис. 3. Багатошарове армування насипу напівзамкненими обоймами з привантажувачими бермами [3]

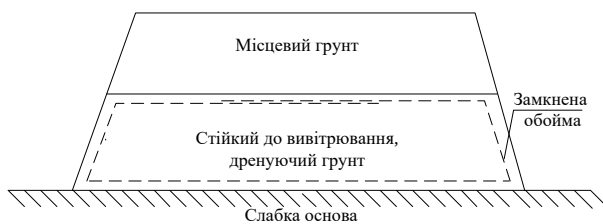


Рис. 4. Одношарове армування насипу замкнутою обоймою [3]

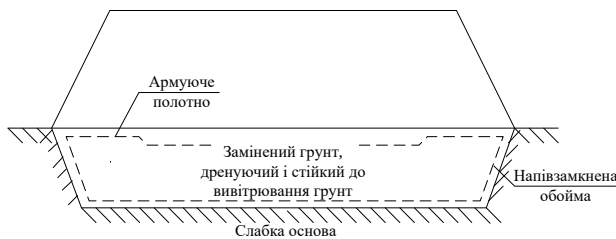


Рис. 5. Одношарове армування насипу напівзамкненою обоймою із заміною ґрунту в основі насипу [3]

Розрахунок стійкості насипу на слабкій основі виконують за критеріями внутрішньої і зовнішньої стійкості та експлуатаційного граничного стану.

Критеріями розрахунку внутрішньої і зовнішньої стійкості насипу на армованій основі є забезпечення:

- внутрішньої стійкості ґрунту насипу;
- стійкості бічного розповзання насипу;
- стійкості основи проти витискання;
- стійкості насипу проти зсуву з обертанням або загальна стійкість насипу.

Оцінку граничного експлуатаційного стану насипу виконують за критеріями:

- осадки насипу на слабкій основі;
- деформативності армуючого полотна.

Внутрішня стійкість ґрунту насипу забезпечується, якщо виконана умова, визначена формулою [3] (рисунок 6):

$$\frac{1}{n} = \frac{H_1}{L_s} \leq \operatorname{tg} \phi_{1d}, \quad (1)$$

де $1/n$ – закладання укосу;

H_1 – висота насипу, м;

L_s – ширина укисної частини при основі, м;

ϕ_{1d} – нормативне значення кута внутрішнього тертя ґрунту насипу, градуси.

Для забезпечення стійкості насипу до бічного розповзання армуюче полотно повинно протистояти горизонтальному бічному тиску ґрунту, рисунок 6.

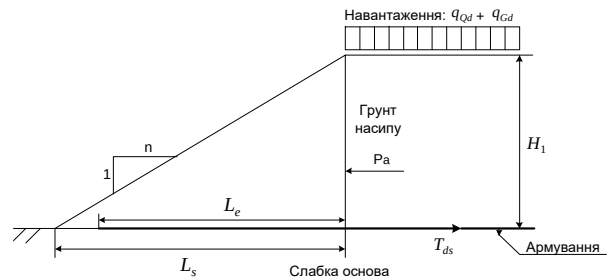


Рис. 6. Схема до розрахунку внутрішньої стійкості ґрунту і бічного розповзання насипу

Величину розтягуючих зусиль в геосинтетику, необхідних для стримування розповзання, визначають за формулою [3]:

$$T_{ds} = P_a = 0,5 \times K_a \times \gamma_{1d} \times H_1 + 2 \times (q_{Qd} + q_{Gd}) \times H_1, \quad (2)$$

де K_a – нормативний коефіцієнт бічного тиску ґрунту;

γ_{1d} – середньозважене значення питомої ваги ґрунту насипу, кН/м³;

q_{Qd} і q_{Gd} – розрахункова інтенсивність, відповідно, рухомого і статичного навантаження на поверхні насипу, кН/м².

Мінімальна довжина анкерування визначається за формулою [3]:

$$L_e \geq \frac{0,5 \times K_a \times H_1 \times \gamma_{1d} \times H_1 + 2 \times (q_{Qd} + q_{Gd}) \times \gamma_m}{\gamma_{1d} \times h_1 \times \alpha_1 \times \operatorname{tg} \phi_{1d}}, \quad (3)$$

де L_e – мінімально необхідна величина анкерування полотен, м;

h_1 – середня висота насипу в укисній частині над геосинтетичним полотном, м;

α_1 – коефіцієнт ефективності взаємодії ґрунту насипу з геосинтетиком.

Залежно від геометричних розмірів насипу можуть виникати витискаючі зусилля при зсуві в слабкій основі. Схему розподілення зусиль для розрахунку стійкості основи проти витискання наведено на рисунку 7 [3].

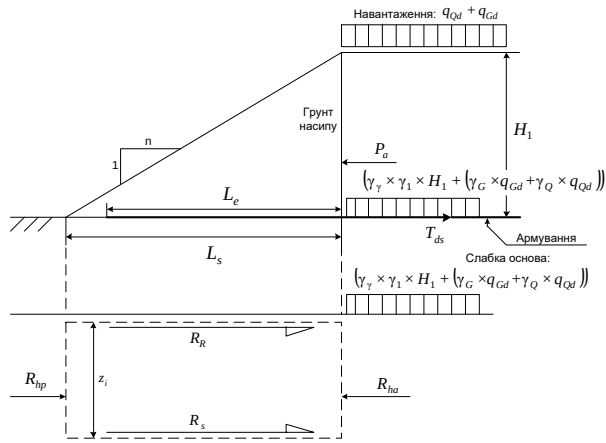


Рис. 7. Схем розподілення зусиль для розрахунку стійкості основи проти витискання

Необхідну міцність армуючого геосинтетика визначають за формулою [3]:

$$T_{rf} = \alpha_2 \times c_{2d} \times L_{ext}, \quad (4)$$

де α_2 – коефіцієнт ефективності взаємодії ґрунту основи з геосинтетиком;

c_{2d} – розрахункове значення зчеплення ґрунту основи під підшоною армування, кН/м²;

L_{ext} – величина анкетування, м.

Стійкість насипу проти зсуву з обертанням або загальну стійкість насипу оцінюють методом круглоциліндричних поверхонь ковзання. Метод передбачає розбивку тіла насипу та основи на блоки. Положення найбільш небезпечної поверхні ковзання визначають за традиційною методикою. Армуючий прошарок забезпечує додатковий утримуючий момент для забезпечення загальної стійкості насипу. Потрібне зусилля армування для найбільш небезпечної критичної поверхні ковзання визначають за формулою, (рисунк 8) [3]:

$$T_{Rc} = \frac{(\sum N_{di} - \sum F_{di}) \times R}{a_T}, \quad (5)$$

де $\sum N_{di}$ – рівнодійна зсувних сил всіх блоків, що складають відсік обвалення, кН/м;

$\sum F_{di}$ – рівнодійна утримуючих сил всіх блоків, що складають відсік обвалення, кН/м;

R – радіус найбільш небезпечної критичної поверхні ковзання, м;

a_T – плече моменту армуючого полотна, м.

Для того, щоб в геосинтетичному полотні мобілізувати зусилля армування (T_{Rc}) розраховують необхідну довжину анкерування за формулою [3]:

$$L_p \geq \frac{\gamma_m \times T_{Rc}}{\gamma_{1d} \times h \times \alpha_1 \times \text{tg} \phi_{1d} + \alpha_2 \times c_{2d}}, \quad (6)$$

де h – середня висота насипу над армуючим полотном, м;

$\text{tg} \phi_{1d}$ – розрахункове значення кута внутрішнього тертя ґрунту над геосинтетиком.

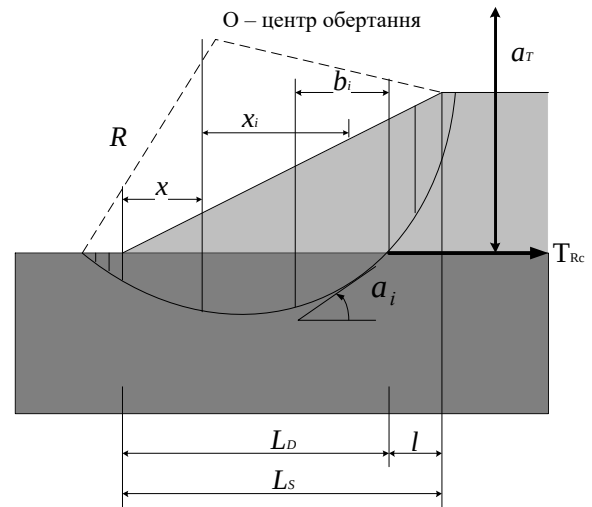


Рис. 8. Схема до розрахунку стійкості насипу за методом круглоциліндричної поверхні ковзання

Величину осідання насипу, при оцінці граничного експлуатаційного стану насипу за критерієм осадки насипу на слабкій основі, розраховують за методом круглоциліндричних поверхонь [3].

При оцінці гранично-експлуатаційного стану за критерієм деформативності армуючого полотна, необхідний січний модуль пружності при максимально-допустимій відносній деформації повинен задовольняти умові [3]:

$$E_{необ} \geq \frac{T_d}{\epsilon}, \quad (7)$$

де T_d – розрахункова міцність геосинтетика, кН/м;

ϵ – максимальна допустима відносна деформація геосинтетика, долі одиниці.

При спорудженні земляного полотна, із різних видів перезволожених ґрунтів, виконують проектування стабілізації ґрунту за рахунок використання вапна з метою забезпечення необхідної щільності ґрунту, міцності, стійкості і стабільності земляного полотна [4]. Застосування вапна для стабілізації перезволожених глинистих ґрунтів дозволяє значно розширити діапазон придатних для улаштування земляного полотна ґрунтів, забезпечити зниження вартості робіт і збільшити протяжність будівельного сезону У рекомендаціях Р В.2.3-218-03450778-300 наведено порядок проектування складу ґрунтової суміші із перезволожених глинистих ґрунтів, стабілізованих вапном. Проектування сумішей ґрунту з вапном складається з визначення [4]:

- властивостей вихідних матеріалів (перезволоженого глинистого ґрунту, вапна);
- вологості і щільності перезволоженого ґрунту і стабілізованого ґрунту вапном;
- оптимального дозування вапна для отримання матеріалу необхідної міцності;
- фізико-механічних властивостей сумішей підібраного складу.

Проектування земляного полотна на зсувних і зсувонебезпечних ділянках, карстових територіях, а також в районах можливого виникнення сільових потоків, снігових лавин, каменепадів, на слабких, набухаючих та просадних ґрунтах і на ділянках впливу абразії та річкової ерозії необхідно здійснювати відповідно до вимог ДБН В.1.1-46 [5], ДБН В.1.1-25 [6].

Проектування робочого шару ґрунту земляного полотна у США регламентується посібником [7]. Даний посібник, розроблений у штаті Айова, синтезує поточні та попередні дослідження проведені в США та інших держав у напрямку:

- визначення характеристик ґрунтів штату Айова;
- визначення ключових параметрів конструктивних шарів;
- проектування армованих конструкцій;
- проектування дренажних систем;
- технології будівництва.

Згідно з [7] необхідно забезпечити міцність робочого шару ґрунту земляного полотна, з коефіцієнтом несучої здатності (CBR) не менше 10. Дослідження довели, що, якщо значення коефіцієнта CBR менше 10, матеріал основи не забезпечує необхідну міцність під навантаженням та відбувається погіршення стану дорожнього одягу. У рекомендаціях [7,8] наведено:

- характеристики ґрунтів штату Айова, що необхідні для проектування дорожньої конструкції (класифікація ґрунтів, вимоги до вологості та ущільнення);
- вплив природно-кліматичних факторів (температура і вологість ґрунту) на умови роботи робочого шару земляного полотна;
- умови застосування неоднорідних та мало-міцних ґрунтів;
- порядок оцінки та контролю властивостей ґрунтів (вологість, щільність тощо);
- порядок стабілізації та покращення властивостей ґрунту;
- вимоги до проектування дренажних систем.

Умови роботи конструкції земляного полотна за природно-кліматичними факторами та характеристики ґрунтів в Україні і США суттєво відрізняються, тому використання даних закордонних напрацювань не має сенсу.

Проектування конструкції земляного полотна на території Республіки Білорусь регламентовано ТКП 45-3.03-19 [9] та СНиП 2.05.02 [10]. Вимоги до конструкції земляного полотна у нормах ТКП 45-3.03-19 [9] та СНиП 2.05.02 [10] аналогічні вимогам ДБН В.2.3-4 [1], а відрізняються лише у поділу території країни на дорожньо-кліматичні зони. Територію Республіки Білорусь поділено на три дорожньо-кліматичних райони, які характеризуються комплексом погодно-кліматичних факторів [9].

Зміст ТКП 200-2009 (02191) [11] регламентує вимоги до правил виконання робіт з влаштування земляного полотна при будівництві, реконструкції та ремонті автомобільних доріг та не регламентує порядок проектування земляного полотна.

Норми РСН 09-85 [12] розповсюджуються на проектування земляного полотна автомобільних доріг на переходах через болота та встановлюють правила розрахунку насипів на болотних ґрунтах для умов Республіки Білорусь. Нормативним документом РСН 09-85 регламентується:

- види та властивості ґрунтів;
- виділення розрахункових ділянок та розрахункових шарів на болотах;
- оцінка можливості використання ґрунтів з боліт в якості основи насипу;
- динамічний розрахунок земляного полотна;
- розрахунок стійкості слабкої основи дорожнього насипу;
- розрахунок осадки основи земляного полотна.

Національний стандарт ГОСТ 33149-2014 [13], що розроблений «РОСДОРНИИ» та затверджений Міждержавною Радою з стандартизації, метрології та сертифікації регламентує загальні принципи проектування земляного полотна автомобільних в складних умовах та класифікацію складних умов.

На основі СНиП 2.05.02-85 [10] розроблено посібник з проектування земляного полотна автомобільних доріг на слабких ґрунтах [14]. Посібник встановлює порядок:

- оцінки стійкості та прогнозування осадки насипу на слабкій основі;
- оцінки напружено-деформованого стану ґрунтів в основі;
- розроблення конструктивно-технологічних рішень у проектах нового будівництва земляного полотна на слабких ґрунтах.

Висновки

За результатами аналізу та узагальнення нормативного забезпечення з проектування земляного полотна автомобільних доріг у складних інженерно-геологічних умовах встановлено, що у нормативних документах відсутня будь-яка регламентація щодо

порядку та методів розрахунку земляного полотна автомобільних доріг у складних умовах (на слабких, просадних ґрунтах, у скельних ґрунтах).

Тому існує потреба у розробленні національного стандарту (ДСТУ) щодо проектування земляного полотна автомобільних доріг.

У подальшому необхідно узагальнити існуючі методи розрахунку земляного полотна автомобільних доріг, розробити перелік обов'язкових розрахунків під час проектування земляного полотна, встановити вимоги до принципів та порядку конструювання земляного полотна, визначати граничні стани земляного полотна та їх критерії.

Література

1. ДБН В.2.3-4:2015 *Автомобільні дороги. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво.*
2. *Рекомендации по проектированию земляного полотна в сложных инженерно-геологических условиях. ЦНИИС Минтрансстрой СССР, 1974. – 235 с.*
3. ГБН В.2.3-37641918-544:2014 *Автомобільні дороги. Застосування геосинтетичних матеріалів у дорожніх конструкціях.*
4. Р В.2.3-218-03450778-300:2011 *Рекомендації по стабілізації перезволожених ґрунтів вапном при спорудженні земляного полотна.*
5. ДБН В.1.1-46:2017 *Інженерний захист територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення.*
6. ДБН В.1.1-25-2009 *Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення.*
7. IHRB Project TR-525. *Design Guide for Subgrades and Subbases, 2008.*
8. *Standard Specification for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes Standard by American Association of State and Highway Transportation Officials, 1991.*
9. ТКП 45-3.03-19-2006 *Автомобильные дороги. Нормы проектирования.*
10. СНиП 2.05.02-85* *Автомобильные дороги.*
11. ТКП 200-2009 (02191). *Технический кодекс установившейся практики. Автомобильные дороги. Земляное полотно.*
12. РСН 09-85 *Расчет дорожных насыпей на болотах.*
13. ГОСТ 33149-2014 *Дороги автомобильные общего пользования. Правила проектирования автомобильных дорог в сложных условиях.*
14. *Пособие по проектированию земляного полотна на слабых грунтах. Росавтдор. Москва. 2004. – 252 с.*

References

1. DBN V.2.3-4:2015 (2015). Highways. Part I. Design. Part II. Construction. Ministry of Regional Development of Construction and Housing of Ukraine, Kyiv. [in Ukrainian]
2. Recommendations for the design of the subsoil in complex engineering and geological conditions. (1974). TsNYYS Mynttransstroia SSSR. [in Russian]

3. HBN V.2.3-37641918-544:2014 (2014). Highways. Application of geosynthetic materials in road structures. [in Ukrainian]
4. R V.2.3-218-03450778-300:2011 (2011). Recommendations for stabilization of wet soils with lime during the construction of the subsoil. [in Ukrainian]
5. DBN V.1.1-46:2017 (2017). Engineering protection of territories, buildings and structures from landslides and collapses. Substantive provisions. [in Ukrainian]
6. DBN V.1.1-25-2009 (2009). Protection against dangerous geological processes, harmful operational influences, against fire. Engineering protection of territories and buildings from flooding and inundation. [in Ukrainian]
7. IHRB Project TR-525. (2008). Design Guide for Subgrades and Subbases.
8. Standard Specification for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes Standard by American Association of State and Highway Transportation Officials (1991).
9. ТКП 45-3.03-19-2006 (2006). Car roads. Design standards. [in Russian]
10. СНиП 2.05.02-85* (1985). Highways. [in Russian]
11. ТКП 200-2009 (02191). (2009). Technical Code of Practice. Car roads. Earthen bed. [in Russian]
12. РСН 09-85 (1985). Calculation of road embankments in swamps. [in Russian]
13. ГОСТ 33149-2014 (2014). Automobile roads for general use. Rules for the design of highways in difficult conditions. [in Russian]
14. A guide for the design of subgrade on soft soils. (2004). Rosavtodor, Moscow. [in Russian]

Рецензент: д-р техн. наук, професор В.П. Кожушко, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна.

Автор: БАТРАКОВА Анжеліка Геннадіївна
доктор технічних наук, професор кафедри
проектування доріг, геодезії і землеустрою
Харківський національний автомобільно-дорожній
університет
E-mail – rp@khadi.kharkov.ua
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4067-4371>

Автор: ДОРОЖКО Євген Вікторович
кандидат технічних наук, завідувач кафедри
проектування доріг, геодезії і землеустрою
Харківський національний автомобільно-дорожній
університет
E-mail – evgeniy.dorozhko@gmail.com
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2894-2131>

Автор: ЗАХАРОВА Еліна Володимирівна
асистент кафедри проектування доріг, геодезії і
землеустрою
Харківський національний автомобільно-дорожній
університет
E-mail – linazaharova21@gmail.com
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8811-451X>

ANALYSIS AND JUSTIFICATION OF NORMATIVE SUPPORT OF EARTH DESIGN DESIGN IN COMPLEX ENGINEERING AND GEOLOGICAL CONDITIONS

A. Batrakova, Y. Dorozhko, E. Zakharova

Kharkiv National Automobile and Highway University, Ukraine

Designing of a ground cloth is the most responsible stage as destruction or inadmissible deformations of a ground cloth connected with design errors lead to decrease in reliability of all constructive elements of highways, increase in expenses for maintenance of a standard technical and operational condition of road clothes, culverts, elements. arrangement, etc. Insufficient strength of the ground structure is one of the causes of deformations and destruction of the structure of the pavement, which leads to deteriorating traffic conditions, increased damage from traffic accidents, increased cost of transportation and more.

At the same time, the normative documents on road design do not contain any regulations on the procedure and methods of calculating the road surface in difficult conditions (on weak, subsidence soils, in rocky soils). Therefore, in order to further develop the list of mandatory calculations during the design of the ground, it is necessary to analyze and generalize the regulatory framework for the construction of the ground of public roads, to determine the requirements for the design of the ground in complex engineering and geological conditions.

The purpose of this study is to generalize the regulatory requirements for the design of the ground of public roads in complex engineering and geological conditions.

According to the results of the analysis, it is established that in the normative documents on the design of the road surface in difficult engineering and geological conditions there is no regulation on the procedure and methods of calculating the road surface in difficult conditions (on weak, subsidence soils, in rocky soils). Therefore, there is a need to develop a national standard for the design of the road surface. In the future it is necessary to summarize the existing methods of calculating the road surface, to develop a list of mandatory calculations during the design of the road, to establish requirements for the principles and procedures of road construction, to determine the boundary conditions of the road and their criteria.

Keywords: earthworks, complex engineering and geological conditions, highways, design.