

# АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ



УДК 625.7

• © А.С. Литвиненко, зав. лаб. ґрунтів та земляного полотна (ДерждорНДІ)

## ПРО НЕДОЦІЛЬНІСТЬ ВЛАШТУВАННЯ ДРЕНУЮЧИХ І ВЗАГАЛІ БУДЬ-ЯКИХ ПОРИСТИХ ШАРІВ У КОНСТРУКЦІЯХ ДОРОЖНІХ ОДЯГІВ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ УКРАЇНИ

**Анотація.** В умовах України при необхідному ущільненні ґрунтів основи ( $k_{ущ} \geq 1,0$ ) піщані дренуючі та інші пористі шари не стільки сприяють відведенню води із дорожньої конструкції, скільки її акумулюють там і створюють ефект “ванни” перед зимовим промерзанням і впродовж зими.

**Ключові слова:** автомобільна дорога, дорожній одяг, дренуючий шар, пористість, ефект “ванни”, промерзання.

**Аннотация.** В условиях Украины при требуемом уплотнении грунтов основания ( $k_{упл} \geq 1,0$ ) песчаные и другие пористые прослойки не столько обеспечивают отведение воды из дорожной конструкции, сколько способствуют ее аккумуляции там и образованию эффекта “ванны” перед зимним промерзанием и зимой.

**Ключевые слова:** автомобильная дорога, дорожная одежда, дренирующий слой, пористость, эффект “ванны”, промерзание.

**Annotation.** On the Ukrainian ways, at demanded soils compaction of base layer (Index of Compaction  $\geq 1,0$ ), the sandy and other porous layers do not provide an effective water evacuation from road structure, it rather provokes the reverse, its accumulation inside and providing of the “bath” effect in winter condition and before frost penetration.

**Keywords:** road, pavement, a drain layer, porosity, the effect of “baths”, frost penetration.

### Вступ

Згідно з ДСТУ Б В.2–2–96 [1,2] піски дрібно-зернисті, у т.ч. й однорідні ( $C_u \leq 3$ ), а саме такі піски, виходячи із місцевих інженерно-геологічних умов, найчастіше використовують при влаштуванні дренуючих шарів у дорожніх конструкціях незалежно від дорожньо-кліматичного районування, вже при коефіцієнті водонасичення  $S_r = 0,60 - 0,80$  є слабоздимними, а при  $S_r = 0,80 - 0,95$  навіть і середньоздимними. Але саме таке водонасичення цих пісків і може бути у дорожній конструкції при їх належному ущільненні. Тобто при коефіцієнті ущільнення  $k_{ущ} = 1,0$  і більше ці піски слід розглядати як здимні (рис. 1). При цьому коефіцієнт пористості таких пісків становить не більше  $e = 0,42 - 0,46$ .

Таким чином свідомо чи несвідомо ми при проектуванні осушення дорожніх одягів закладаємо у дорожню конструкцію ґрунт, що є здимним при роботі за схемою поглинання. Та і за схемою осушення такі піски не підходять, оскільки: “При влаштуванні дренуючого шару порівняно невеликої товщини (до 30 см) на всю ширину земляного полотна слід використовувати матеріали з коефіцієнтом фільтрації 10 м/добу і більше...” [3], а, як показує досвід, при фактичному їх ущільненні ці піски не завжди мають коефіцієнт фільтрації  $k_{ф} > 5,0$  м/добу.

### Основна частина

У ВБН В.2.3–218–186–2004 [3], щодо проектування системи осушення дорожніх одягів



нежорсткого типу і земляного полотна (п. 5.1.14, стор. 58) говориться: “В основу дорожнього одягу надходить вода, яка звільняється при розмерзанні **перезволоженого** ґрунту земляного полотна під проїзною частиною та узбіччям, і вода атмосферних опадів, яка просочується із поверхні дороги та із придорожньої смуги”. Тобто на перше місце поставлено саме **перезволожений ґрунт земляного полотна**. Виникає питання: чому і як він перезволожується? Як ми показали раніше [4, стор. 27] і фактично про це ж говориться у п. 2.5.3 і таблиці 2,3 [3, стор. 14], при  $k_{yщ} \geq 1,0$  і  $w \leq w_o$ , саме у такому стані повинен бути ґрунт робочого шару, у т.ч. і в **розрахунковий період**, тобто між нижньою межею пластичності ( $w_p$ ) і межею зступу ( $w_{sh}$ ) за вологістю. “У такому стані припиняється капілярне переміщення води, зникають умови для виникнення тріщин зсідання і морозного здимання через відносно невелику загальну вологість кожного із ґрунтів, що ущільнюється”, тобто немає необхідності у спеціальних заходах щодо морозозахисту дорожньої конструкції і у влаштуванні в основі дорожніх одягів дренажних піщаних шарів. Це тим більш важливо, що однорідні дрібнозерністі піски, які, зазвичай, використовують з метою осушення, навіть незважаючи на дуже гарне ущільнення, схильні при динамічних навантаженнях набувати рухливості окремих частинок, що згодом дуже негативно впливає на стан дорожнього одягу. Тому при належному ущільненні ( $k_{yщ} \geq 1,0$ ) в основі дорожнього одягу не може бути **перезволоженого** при промерзанні ґрунту. Такий ґрунт може бути лише у випадку ущільнення ґрунтів із коефіцієнтами ущільнення  $k_{yщ} < 1,0$ . У зв’язку із цим, при нормативному призначенні потрібної густини сухого ґрунту в робочому шарі не можна орієнтуватись на так звану “побутову” щільність ґрунту [5, стор. 98], яка начебто встановлюється в процесі експлуатації автомобільних доріг впродовж 10–20 років їх експлуатації, оскільки такі щільності набувають ґрунти насипів, що при будівництві були недостатньо ущільнені. У той же час: “...приданная ґрунтам плотность, даже если она высокая, сохраняется и потому за счёт повышения прочности земляного полотна может быть снижена толщина дорожной одежды” [5, стор. 101]. Особливого значення це набуває для кліматичних умов України. Тому, зважаючи на те, що ущільнення ґрунтів є найбільш дешевим засобом забезпечення надійної роботи доріг, щонайкраще ущільнення ґрунтів у робочому шарі, слід застосовувати завжди і скрізь, незважаючи на категорію дороги чи тип покриття.

Таким чином із факторів, які є причиною надходження води в основу дорожніх одягів залишаються тільки атмосферні опади та придорожня смуга. Нейтралізація дії придорожньої смуги на певних ділянках вимагає розробки спеціальних заходів – від традиційного підвищення

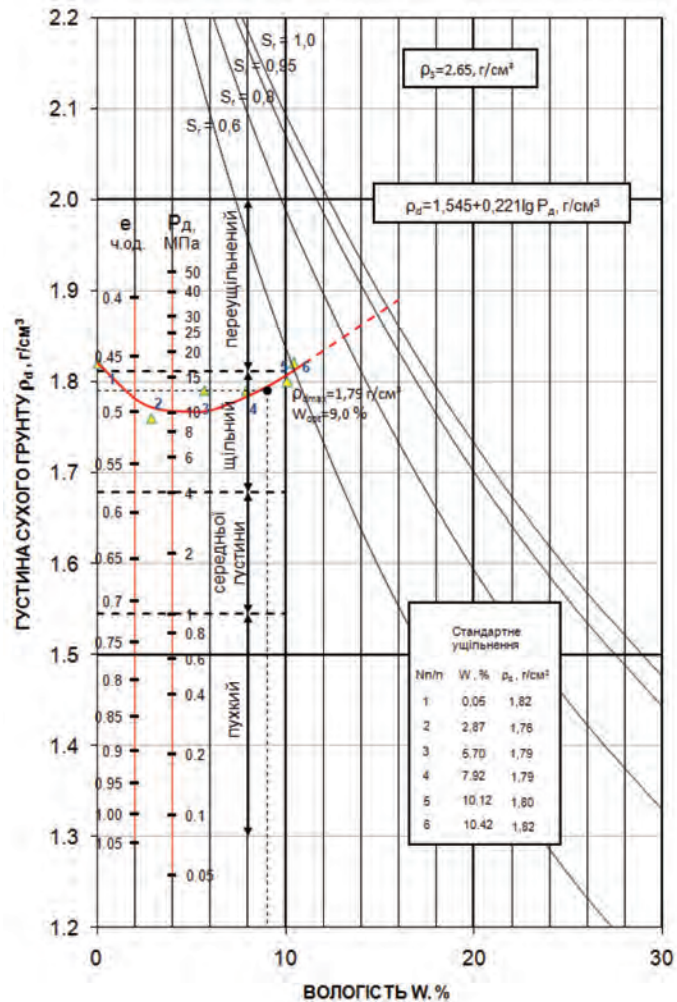
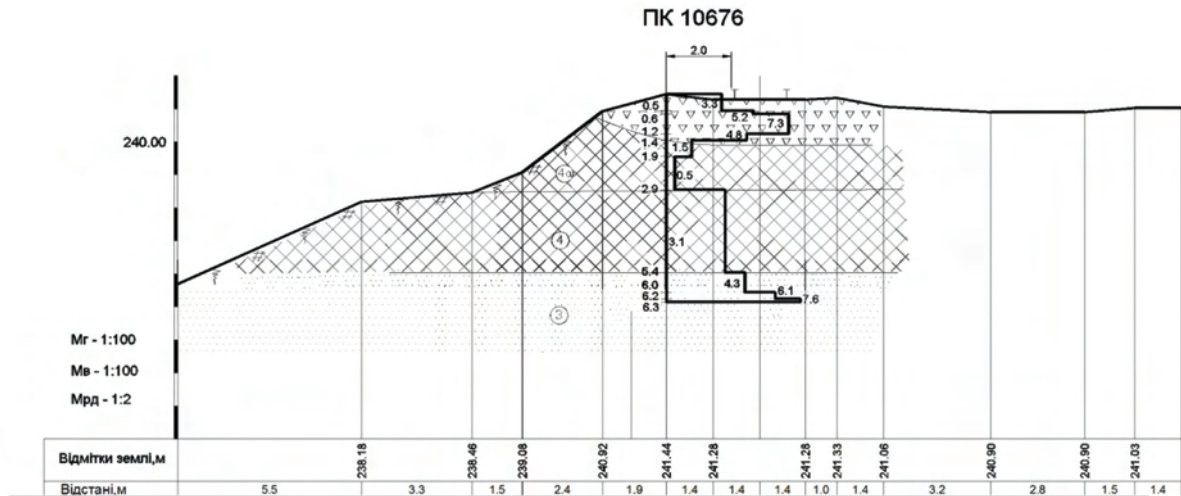


Рис. 1. Номограма визначення, за даними динамічного зондування, густини піску дрібнозернистого у сухому стані, планомірно з ущільненням чи хаотично без ущільнення укладеного в насип

відмітки низу дорожнього одягу над рівнем поверхневих чи ґрунтових вод та влаштування поздовжніх дренажних каналів до застосування геосинтетиків в основі дорожньої конструкції і тому не є предметом цієї статті. Більш нагальним є питання захисту від атмосферних опадів.

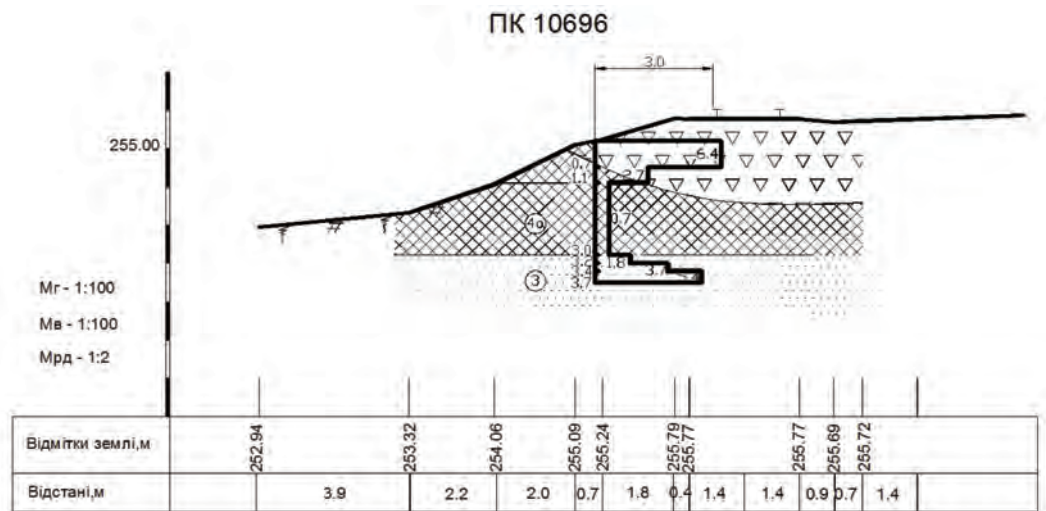
Дуже показовою у цьому сенсі є проблема перезволоження атмосферними опадами залізничного земляного полотна, де цей процес триває вже не одне століття. Відомо, що спорудження залізниць у Європі почалось у 30-х роках XIX ст. Але можливості спорудження якісного земляного полотна на той час не було, тому і вимоги до ступеня ущільнення ґрунтів були мінімальні, а технічні засоби – примітивні. Щоб шпало-рейкова решітка не занурювалась у ґрунт після дощів між нею і земляним полотном стали укладати баластну призму із щебеню міцних порід. Це технічне рішення було чудовим з погляду швидкого ремонту колії, **але абсолютно поганим “в принципі”** через неможливість захисту верхньої частини земляного полотна від перезво-



**Рис. 2.** Перезволоження ґрунтової основи баластної призми у насипу висотою 8,0 м

ложення. Тому баластна призма як специфічна конструкція залізничного полотна практично “назавжди” зупинила технічний прогрес у покращенні якості експлуатаційного стану залізничної колії. Річ у тім, що вода потрапляючи на баластну призму, миттєво проходить крізь неї і швидко просочується у відносно погано ущільнене земляне полотно (рис. 2 і рис. 3) [6]. Навіть за сучасних вимог [7, стор. 15], за аналогією із автомобільними дорогами, коефіцієнти ущільнення верхньої частини земляного полотна залізниць у шарі товщиною 0,5 – 1,0 м, не такі вже й великі:  $k_{ущ} = 0,92 - 0,98$ , але спочатку ці показники були мабуть ще меншими. Під дією динамічних навантажень щебінь баластної призми занурюється у розріджений ґрунт насипу чи природної основи, чому не можуть перешкодити і піщані прошарки, внаслідок цього утворюються “баластні корита”, потім – “баластні мішки” та “баластні гнізда” [8, стор. 248 – 249], що суттєво впливали і впливають на стійкість земляного полотна. Аналогічну роль, нажаль, у дорожніх конструкціях відіграють і ті піщані прошарки, і пористі шари дорожніх одягів автомобільних доріг, що нібито забезпечують осушення дорожньої конструкції.

Таким чином було б краще приділити увагу більш ретельному ущільненню земляного полотна



**Рис. 3.** Перезволоження ґрунтової основи баластної призми невисокого насипу

в процесі будівництва ніж влаштовувати в нижніх шарах дорожнього одягу піщані прошарки. Для прикладу розглянемо один із обстежених нами поперечних перерізів автомобільної дороги Київ – Ковель – Яготин [9], а саме розріз на км 242+200 (рис. 4 і рис. 5). Як видно з рис. 4 цементобетонне покриття на ділянці дороги дуже зруйноване, внаслідок чого вода вільно потрапляє у земляне полотно, що на всю висоту ( $H = 1,5$  м) складається із дрібнозернистого піску. Але не атмосферна вода, не погане її відведення із дорожньої конструкції і не морозне здимання на нашу думку стало причиною руйнування цементобетонного покриття, яке в такому стані перебуває в експлуатації вже близько 40 років, а недостатнє ущільнення піщаного ґрунту робочого шару в процесі будівництва. Підтвердженням цьому є епюри розподілу опору піску динамічному зондуванню, що наведені на рис. 5. Як видно з точок зондування Т.3.5 і Т.3.7 цього розрізу опір дрібнозернистого піску динамічному зондуванню під узбіччями у середньому становить



близько  $P_d \approx 4,3$  МПа, що відповідає даним на рис. 1 –  $\rho_d = 1,68$  г/см<sup>3</sup> (при  $\rho_{d \max} = 1,83$  г/см<sup>3</sup>,  $k_{уш} = 0,92$ ). Скоріше за все і під проїзною частиною коефіцієнт ущільнення на час будівництва не перевищував  $k_{уш} = 0,98$ ,  $\rho_d = 1,793$  г/см<sup>3</sup>. Але на час обстеження у шарі від низу покриття до глибини 0,9 м –  $P_d = 39,78$  МПа ( $\rho_d = 1,898$  г/см<sup>3</sup> і  $k_{уш} = 1,04$ ), з глибини 0,9 м до 1,5 м –  $P_d = 32,6$  МПа ( $\rho_d = 1,879$  г/см<sup>3</sup> і  $k_{уш} = 1,03$ ). Це підтверджує думку про те, що першопричиною руйнування цементобетонного покриття в багатьох випадках стало доущільнення піщаного ґрунту внаслідок динамічної дії транспорту, особливо після затяжних дощів, які могли привести пісок у стан, що відповідає ущільненню пісків під водою в процесі віброфлотації.

### Висновки

У погодно-кліматичних умовах України, які відрізняються помірним кліматом і тенденцією до посух, найкращим захистом від перезволоження дорожніх конструкцій має бути не влаштування піщаних дренажних прошарків чи інших пористих шарів у дорожньому одязі, а влаштування як найбільш монолітного дорожнього одягу на переущільненому  $k_{уш} \geq 1,0$  ґрунті робочого шару земляного полотна.



Рис. 4. Вигляд пошкодженої ділянки цементобетонного покриття на км 242+200 автомобільної дороги Київ – Ковель – Яготин

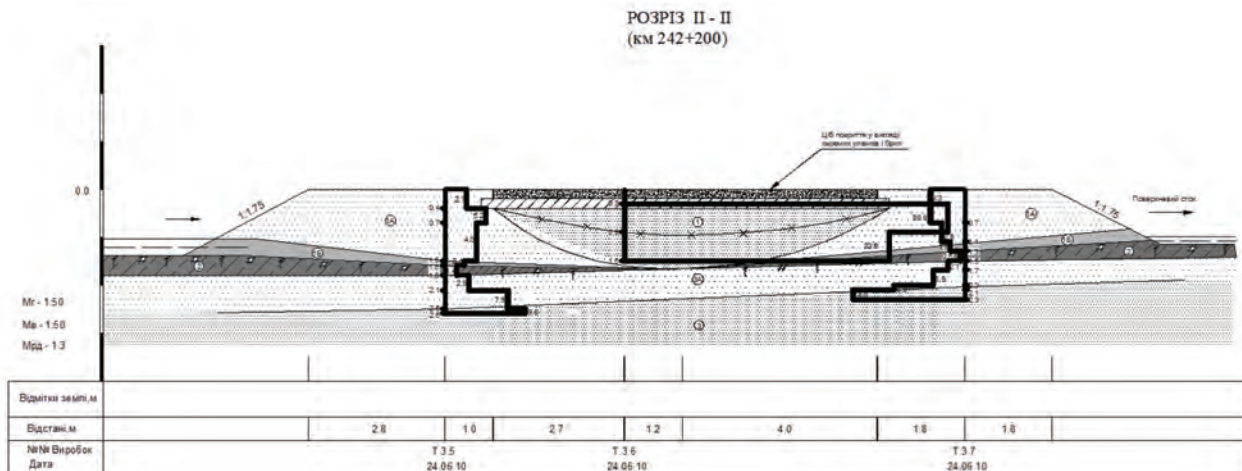


Рис. 5. Епюри розподілу опору динамічному зондуванню піску в основі дорожнього одягу і під узбіччями

### ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ Б В.2.1–2–96. Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Класифікація. – К.: Держбуд, 1997.
2. ДБН В.2.3–4: 2007. Споруди транспорту. Автомобільні дороги. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво. – К.: Мінрегіонбуд, 2007.
3. ВБН В.2.3–218–186–2004. Споруди транспорту. Дорожній одяг нежорсткого типу. – К.: Укравтодор, 2004.
4. Литвиненко А.С. Про фізичний зміст необхідної і достатньої величини густини сухого ґрунту зв'язаних ґрунтів при спорудженні земляного полотна автомобільних доріг // Автошляховик України. – 2011. – № 4. – С. 21 – 27.
5. Хархута Н.Я., Васильев Ю.М. Прочність, устійчивість и уплотнение ґрунтов земляного полотна автомобильных дорог // Транспорт. – 1975.
6. “Дослідити стан ґрунтової основи при модернізації залізничної колії на ділянці Вінниця – Сосонка, парна

колія, з видачею рекомендацій по її підсиленню”. – Звіт про виконану роботу. – К.: ДерждорНДІ, 2010.

7. СН 449–72. Указання по проектуванню земляного полотна залізних и автомобильных дорог. – М.: Стройиздат, 1973.

8. Титов В.П. Усиление земляного полотна длительно эксплуатированных железных дорог. – М.: Стройиздат, 1980.

9. “Виконати дослідження несучої спроможності ґрунтових основ на ділянках будівництва з відновленням цементобетонним покриттям ПК 201 – ПК 215 (три поперечні перерізи) та на ділянках без реконструйованого покриття ПК 226 – ПК 230 (два поперечні перерізи) і ПК 230 – ПК 245 (два поперечні перерізи) автомобільної дороги Київ – Ковель – Яготин”. – Звіт про виконану роботу. – К.: ДерждорНДІ, 2010. ✓