

**Кірічек Ю.О., д.т.н., Балашова Ю.Б., к.т.н., Легка Н.В.**

## **ЗАСТОСУВАННЯ АРМУВАННЯ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ НА ОРГАНОГЕННИХ ГЛИНИСТИХ ГРУНТАХ**

**Анотація.** Розглядається питання підвищення стійкості земляного полотна автомобільних доріг на слабких органогенних глинистих ґрунтах за допомогою різноманітних методів посилення. На основі кошторисних даних проведений економічний порівняльний аналіз вказаних трьох технологічних варіантів зміцнення основи.

**Ключові слова:** земляне полотно, армування, геосинтетичні матеріали.

**Аннотация.** Рассматривается вопрос о повышении устойчивости земляного полотна автомобильных дорог на слабых органогенных глинистых грунтах с помощью различных методов усиления. На основе сметных данных проведен экономический сравнительный анализ указанных трех технологических вариантов усиления основания.

**Ключевые слова:** земляное полотно, армирование, геосинтетические материалы.

**Abstract.** In the paper the problems of raise stability subgrade automobile roads on the soft clayey soils reinforced with various materials are explained. The economic comparative analyses three technological variants of reinforced basements are determined.

**Key words:** subgrade, reinforce, geosynthetic materials.

**Постановка проблеми.** За останні роки в Україні спостерігається суттєве зростання обсягів будівництва автомобільних доріг. Також активно впроваджуються новітні технології для вирішення різних проблем, які виникають при будівництві та експлуатації автодоріг. Однією з основних умов впровадження таких технологій є здешевлення робіт з будівництва, ремонту та експлуатації без втрати їх якісних показників [2, 4]. Проблема підсилення властивостей основ насипів із слабких ґрунтів є однією з найбільш актуальних при спорудженні земляного полотна автомобільних доріг [3]. Просідаючи

грунти виявлені майже на 75% території України, а у Вінницькій, Дніпропетровській, Миколаївській, Одеській, Харківській, Херсонській областях вони покривають практично усю територію. Грунти на території України дуже різноманітні, переважають піщані і піщано-мулисті, хрящові, глинисті, галечні, лесові, а місцями кам'яністі.

Найбільш поширеним методом зміцнення слабких ґрунтів є армування геосинтетичними матеріалами [1, 5]. Геосинтетичні матеріали легкі в транспортуванні і монтажі, мають високу стійкість до агресивних дій середовища, довговічні, екологічно безпечні, ефективні, рентабельні і мають низьку собівартість, що в наші дні є необхідною якістю і гідністю будівельних матеріалів. Ці та багато інших властивостей геосинтетиків роблять їх незамінними при укріпленні ґрунту і захисту його від ерозії.

**Аналіз.** Геосинтетичні матеріали є досить перспективним сегментом будівельних матеріалів, особливо враховуючи активізацію дорожнього будівництва, де обійтися без застосування сучасних високотехнологічних матеріалів неможливо. Використання геоматеріалів на сьогоднішній день вельми актуально для будівельної галузі України.

Ґрунти мають відносно низьку межу міцності, тому вони не здатні витримувати всі види зусиль, що діють на ґрунтову конструкцію під впливом зовнішнього навантаження. Використання геосинтетичних матеріалів - георешіток, геотекстильних полотен або геокомпозиційних матеріалів дозволяє витримувати створювані граничні стани структури. Геосинтетичні продукти використовують як армуючий елемент, тому що їх властивості покращують умови роботи земляного полотна.

Георешітки використовують при роботі з інертними матеріалами, що мають грубу гранульовану структуру і погану когезію (пісок і гравій), тоді як ткани геотекстильні або армуючі геокомпозиційні матеріали застосовують в дрібнозернистих ґрунтах з хорошою когезією (глина, лес).

Застосування нетканих синтетичних матеріалів для підвищення міцності і стійкості земляного полотна приводить до наступного:

- підвищується коефіцієнт запасу міцності земляного полотна, тим самим запобігають його зрушенню;
- знижується осідання земляного полотна при влаштуванні дренажів з синтетичного матеріалу, оскільки ґрунтові шари захищаються від рясного зволоження і замерзання шляхом влаштування горизонтальних і вертикальних фільтрів;
- захищається земляне полотно від зволоження;

- відпадає необхідність у виторфовуванні боліт при їх глибині до 3 м;
- запобігає розмиву укосів;
- армується земляне полотно при влаштуванні у ньому прошарку з синтетичного матеріалу.

При укладанні полотен синтетичних матеріалів на природну ґрунтову основу насипу спостерігаються незначні, переважно рівномірні осідання, а чергування полотен нетканого синтетичного матеріалу і шарів ґрунту в тілі насипу значно збільшує тертя між ними і тим самим підвищує його стійкість. Укладання синтетичного матеріалу у відповідний перетин насипу протидіє сповзанню укосів. Нетканий синтетичний матеріал грає і роль зворотного фільтру, що виключає розмив укосу і вимивання піщаних часток з-під елементів зміцнення насипів, що споруджуються на слабких основах.

Використання синтетичних матеріалів при зведенні насипів дозволяє поліпшити умови ущільнення ґрунтів земляного полотна, досягти рівномірного осушення узбіч і укосів земляного полотна, створити можливість зведення насипів на слабких ґрунтах при значному полегшенні виробництва робіт.

Земляне полотно на ділянках слабких ґрунтів також може зміцнюватись георешіткою або геосіткою. Застосування геосинтетичних матеріалів - це нові рішення і нові технології в будівництві, які дозволяють:

- забезпечити довготривалу і надійну експлуатацію будівельних об'єктів, земляного полотна і дорожніх покриттів;
- запобігти руйнуванню земляного і дорожнього полотна, розмиванню ґрунту, утворенню тріщин і вибоїн, просіданню ґрунту;
- спростити технологію проведення будівельних робіт;
- скоротити терміни проведення будівельних робіт;
- підвищити якість споруд, що зводяться.

Економічний ефект від використання геосинтетичних матеріалів в дорожньому будівництві складає 6-8%, при цьому економія досягає до 40% мінеральних матеріалів.

В результаті застосування геосинтетичних матеріалів досягається зниження приведених витрат, за рахунок:

- економії будівельних матеріалів, зниження об'єму земляних робіт і загальної матеріаломісткості дорожньої конструкції у зв'язку із зменшенням товщини окремих шарів дорожнього одягу, висоти насипу, зміною крутизни укосів;

- зниження витрат по експлуатації машин і основної заробітної плати у зв'язку із зменшенням витрат на транспортування дорожно-будівельних матеріалів, їх укладання, ущільнення;

- зниження витрат на ремонт (наприклад, збільшення терміну служби між середніми ремонтами) і утримання дорожньої конструкції у зв'язку з її більшою експлуатаційною надійністю.

Додатковими перевагами використання геосинтетичних матеріалів є зручність в транспортуванні і зберіганні, простота при укладанні (без застосування спеціального устаткування), низька собівартість і рентабельність. Зведене до мінімуму втручання в навколишнє середовище робить геоматеріали екологічно безпечними і ефективними, що в наші дні є необхідною якістю і гідністю будівельних матеріалів.

**Основний матеріал.** У роботі було розглянуте будівництво автомобільної дороги на органогенних глинистих ґрунтах.

У відповідності з постановою Кабінету Міністрів України від 24 квітня 2006 р. № 865 “Про затвердження переліку автомобільних доріг загального користування державного значення” автомобільна дорога Стрий – Тернопіль – Кіровоград – Знам’янка (через Вінницю (М-12) відноситься до міжнародних доріг, пролягає по території Львівської, Тернопільської, Хмельницької, Вінницької, Черкаської та Кіровоградської областей.

Автомобільна дорога пов’язує між собою промислові та адміністративні центри України, перетинає ряд державних доріг (міжнародних, національних, регіональних) та місцевого значення.

Дорога пролягає по транспортному коридору Балтійське море – Чорне море, який забезпечує зв’язок країн Скандинавії, Балтії, Росії, Білорусі та країн західної Європи з Україною, Молдовою та Румунією.

Запроектована ділянка дороги розташована в межах Уманського району Черкаської області.

У теперішній час ділянка дороги проходить через с. Бабанка, в межах якого спостерігаються великі транспортні потоки з низькою швидкістю, що приводить до забруднення навколишнього середовища, створюються несприятливі умови для роботи водіїв та мешканців села. Крім того, існуючі параметри та технічний стан дороги не задовольняють вимогам дорожнього руху, внаслідок чого значно знижується ефективність роботи автотранспорту, збільшується кількість та тяжкість дорожньо-транспортних пригод. У зв’язку з цим виникла необхідність будівництва ділянки дороги за новим напрямком в обхід с. Бабанка.

У зв'язку з очікуваним зростанням перевезень пасажирів та вантажів інтенсивність руху на даній ділянці дороги до 2030 року зросте до 5,7 тис.авт./добу, що відповідає 9,0 тис.авт./добу. приведених до легкового автомобіля. Після будівництва дороги за новим напрямком інтенсивність руху на обході с.Бабанка на 2030 рік складатиме 5,1-5,2 тис.авт/добу, або 8,2-8,4 тис.авт/добу приведених до легкового автомобіля.

Траса автомобільної дороги перетинає заплаву р. Ревуха, яка є притокою р. Синюха і належить до басейну річки Південний Буг. Заплава річки заболочена та замулена, шириною біля 700 м. Траса перетинає заплаву вздовж на протязі 1600 м. В геологічній будові основи насипу ґрунти представлені суглинками з домішками органічних речовин від твердої до текучої консистенції, з залишками рослин та прошарками слабозаторфованого ґрунту; пісками крупними середньої щільності, насиченими водою; жорствяно-щебенистим ґрунтом із суглинистим заповнювачем; гранітами середньозернистими, середньої міцності, тріщинуватими. Ґрунтові води пробуреними свердловинами зустрінуті на глибині 1,0-3,2 м. Рівень ґрунтових вод гідравлічно пов'язаний з рівнем води в р. Ревуха і підлягає сезонним коливанням на 1,0-1,5 м.

Аналізуючи технологічні варіанти зміцнення основи на слабких ґрунтах слід звернути увагу, що окрім геологічних і кліматичних труднощів, будівництво було ускладнене додатковими вимогами замовника:

- забезпечити в період будівництва безперервний проїзд техніки;
- забезпечити до завершення повного профілю дороги провезення важкого бурового устаткування;
- забезпечити високі темпи будівництва.

В роботі було застосовано три технологічні варіанти зміцнення основи дороги на слабких ділянках. За станом конструкції здійснювався постійний моніторинг, що включав геодезичні спостереження за осіданням. Першим варіантом пропонувалося замінити слабкі ґрунти основи (виторфовування), укласти геоткань, і потім відсипати сам насип. Другий варіант передбачав улаштування лежневого настилу з колод, відсипання вирівнюючого шару з місцевого ґрунту, укладання геоткані, відсипання насипу. Третім варіантом, який і виявився головним, пропонувалося в основі збудувати геоматрас з використанням одно- та двохвісної решітки, висотою 1,0 м із засипкою його відсівом щебеню з місцевих кар'єрів.

При спорудженні земляного полотна на слабких ґрунтах виконувались спеціальні контрольні спостереження за деформаціями основи. Основними завданнями спостережень було:

- контроль за величиною осідання і затухання її у часі;
- фіксування можливих горизонтальних зсувів;
- виявлення (утворення) горбів випирання.

На основі кошторисних даних від генпідрядної організації був проведений економічний порівняльний аналіз вказаних трьох технологічних варіантів. До вартості перших двох варіантів увійшли всі роботи і матеріали, не враховуючи витрат на геотканину. У вартість третього варіанту включені всі матеріали, зокрема георешітка, і роботи, включаючи підготовку і монтаж геоматрацю. Різниця на користь нової технології виявилася вельми істотною (рис. 1).

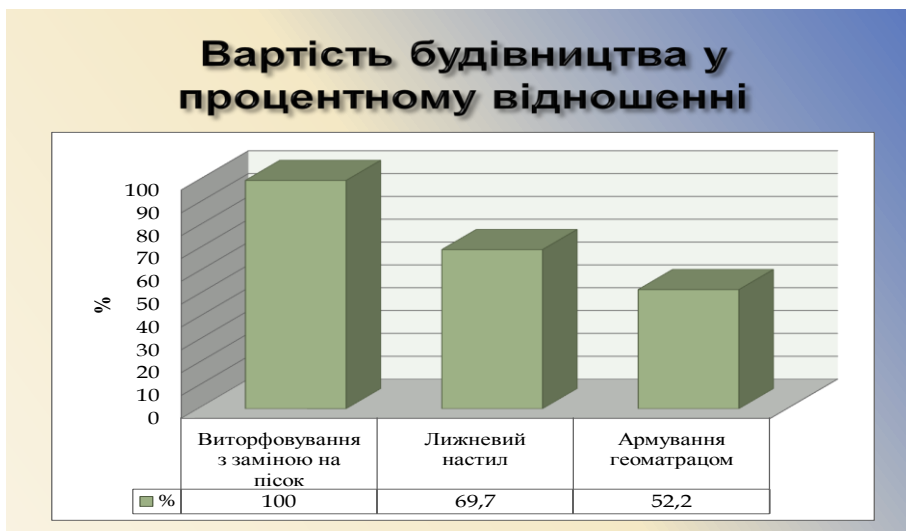


Рис. 1. Діаграма вартості будівництва

Для оцінки технологічності тих же варіантів зміцнення основи об'єктивним чинником є швидкість будівництва. На рис. 2 показані середньостатистичні показники швидкості робіт по зведенню земляного полотна на болотистих ділянках. Діаграма темпів будівництва показала значні переваги третього варіанту зміцнення основи.

Таким чином, доцільність застосування геосинтетичних матеріалів для зміцнення слабких основ виправдана. Використання армуючих геосинтетиків в транспортному будівництві, зокрема високоміцних тканин Geolon, розумне і необхідне, і обумовлено це, перш за все, економічними і технологічними перевагами таких рішень.



*Рис. 2. Середньостатистичні показники швидкості робіт по зведенню земляного полотна на болотистих ділянках*

**Висновки.** 1. Геодезичні спостереження за осіданням насипу на ділянках, де використовувалися різні варіанти зміцнення основи, показали явні переваги третього варіанту. Там, де застосовувалося влаштування геоматрацу, осідання було дуже рівномірним, а його величина менше прогнозованої. Спостерігалось значне зниження осідань, майже до 35%.

2. Проведений економічний порівняльний аналіз вказаних трьох технологічних варіантів, показав, що при використанні третього варіанту був досягнутий економічний ефект.

3. Темпи будівництва із застосуванням армогрунтової конструкції більш ніж в три рази вище в порівнянні з швидкістю будівництва з використанням звичних технологій зміцнення основи.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Бондарева Э.Д., Киселев О.Е., Ладыженский И.С. Опыт проектирования армогрунтовых конструкций на Санкт-Петербургской КАД // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. – К.: НТУ, № 71. – 2004. – С. 6-11.
2. Инструкция ИН 218 УССР 040-87. Повышение устойчивости высоких насыпей автомобильных дорог Украинской УССР, 1987. - 63 с.
3. Кірічек Ю.О., Балашова Ю.Б., Розбицький Б.Л. Підвищення стійкості високих насипів автодоріг у складних інженерно-геологічних умовах // Вісник ПДАБА. – Дніпропетровськ: ПДАБА, 2008. - №4-5. – С.13-17.
4. Савенко В.Я., Гайдукевич В.А. Транспорт і шляхи сполучення. – Рівне: УДУВГП, 2004. – 259 с.
5. Тимофеева Л.М. Армирование грунтов. Теория и практика применения. Ч.1. Армированные основания и армогрунтовые подпорные стены. – Пермь: ППИ, 1991. – 478 с.