

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ ІМЕНІ АКАДЕМІКА В.ЛАЗАРЯНА

АЛХДУР АХМАД МУСА МАХМУД

УДК 625.12.04

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СТАБІЛІЗАЦІЇ УКРІПЛЕННЯ
ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ**

Спеціальність 05.22.06 – залізнична колія

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Дніпропетровськ – 2012

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України.

Науковий керівник – доктор технічних наук, професор
ПЕТРЕНКО Володимир Дмитрович,
Дніпропетровський національний університет
залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна,
завідувач кафедри «Тунелі, основи і фундаменти».

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
РИБКІН Віктор Васильович,
Дніпропетровський національний університет
залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна,
завідувач кафедри «Колія та колійне господарство»;

кандидат технічних наук, доцент
ШРАМЕНКО Володимир Павлович,
Українська державна академія залізничного транспорту,
(м. Харків), завідувач кафедри «Колія та колійне
господарство».

Захист відбудеться «___» _____ 2012 р. о ____ годині на засіданні вченої ради Д 08.820.01 у Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна за адресою: вул. Лазаряна, 2, м. Дніпропетровськ, 49010, ауд. 314.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна.

Автореферат розіслано «___» _____ 2012 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
доктор технічних наук, доцент

А. М. Муха

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. В даний час залізничний транспорт відіграє в єдиній транспортній системі України провідну роль щодо забезпечення потреб у вантажних і пасажирських перевезеннях. В сучасних умовах експлуатації залізниць особлива увага приділяється питанню забезпечення необхідного рівня надійності залізничної колії, в тому числі і земляного полотна, як однієї з основних несучих конструкцій. Земляне полотно, як основа дорожнього насипу, значною мірою зумовлює нормальну роботу залізниці в цілому під впливом рухомого складу. Як відомо, основними причинами катастроф на залізничному транспорті є стан колії (50%), стан рухомого складу (43%) і людський фактор (7%). Таке співвідношення причин аварійності характерно як для України, так і для Росії, оскільки і українські і російські залізничні мережі створювалися в один і той же час, за одним і тим же технічним правилом і регламентом. У зв'язку з цим одним з основних завдань, вирішення якого передбачено в "Стратегії розвитку залізничного транспорту України на період до 2020 року", є, перш за все, переоснащення колійного господарства, що забезпечить підвищення швидкості руху вантажних поїздів до $100 \div 120$ км / год і пасажирських до $160 \div 200$ км / год. Для забезпечення безперебійного та безпечного руху поїздів необхідно мати у своєму розпорядженні надійний науковий апарат, що дозволяє своєчасно вивчати процеси, які відбуваються в земляному полотні і його основі, об'єктивно оцінювати його фактичний стан і обґрунтовано призначати заходи щодо забезпечення міцності, стійкості, надійності і довговічності.

Науковою задачею, якій присвячена дисертаційна робота є дослідження і обґрунтування параметрів напружено-деформованого стану земляного полотна залізниць при його армуванні для розробки способу укріплення, що суттєво впливає на досягнення підвищених швидкостей руху поїздів.

Дослідження, які проводилися раніше в області земляного полотна були присвячені в основному оцінці його загальної або місцевої стійкості. Пізніше з'явилися роботи з вивчення питання підвищення цієї характеристики шляхом армування різними матеріалами і створення нових конструкцій земполотна. Разом з тим, досвід експлуатації залізниць і великомасштабні польові дослідження останніх років показали, що побудоване за застарілими нормативами, особливо за його конструкціями, земляне полотно не задовольняє висунутим вимогам щодо швидкостей руху. Аналіз наявних в науково-технічній літературі даних по досліджуваному питанню показав, що в даний час проектувальники не завжди мають у своєму розпорядженні надійний апарат теоретичної оцінки міцності і стійкості земляного полотна, які базувалися б на розкритих закономірностях явищ, що відбуваються в тілі полотна в експлуатаційний період. Проте опубліковані в останні роки в науково-технічній літературі матеріали свідчать про те, що низкою авторів ведуться інтенсивні експериментальні та теоретичні дослідження в цій галузі. При цьому в основній частині робіт переслідуються мета отримання узагальнених залежностей для розрахунку параметрів напружено-деформованого стану в тілі насипу, обумовлених власною вагою ґрунтів і дією рухомого навантаження. Власні напруги ґрунтового масиву, поряд з напругою від поїзного навантаження, роблять значний вплив на експлуатаційну надійність земляного полотна залізничної колії. Причому їх частка в загальних напругах істотно зростає

в міру збільшення висоти насипу. Крім того, поїзне навантаження також робить істотний вплив на напружено-деформований стан дорожніх насипів, складених зв'язними ґрунтами як найбільш часто вживаними для спорудження земляного полотна залізниць.

Таким чином, необхідно розробляти нові конструкції земляного полотна із застосуванням елементів армування різними матеріалами та обґрунтовувати параметри їх ефективності, особливо при підвищеній швидкості руху поїздів, що обумовлює актуальність досліджень представленої дисертаційної роботи.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана у відповідності з головними напрямками розвитку транспорту України, які сформульовані в «Програмі створення та функціонування національної мережі міжнародних транспортних коридорів в Україні» (Постанова Кабінету Міністрів України від 20.03.98 № 346) і «Концепції впровадження швидкісного та високошвидкісного руху пасажирських поїздів на залізницях України в 2005 - 2015 роках», затвердженої міністерством транспорту та зв'язку України. Крім того, в роботі вирішувалася одна з основних задач, передбачена «Стратегією розвитку залізничного транспорту України на період до 2020 року». Обраний напрям досліджень пов'язаний також з виконанням науково-дослідних робіт в Дніпропетровському національному університеті залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна відповідно до плану НДДКР. Дисертант був виконавцем ряду держбюджетних науково-дослідних робіт, включаючи дослідження і розробку нових конструкцій земляного полотна, що відповідають сучасним вимогам та експлуатації залізниць (номер держреєстрації 0107U001823), розробку технічних рішень з підвищення несучої здатності слабких основ земляного полотна залізниць (номер держреєстрації 0109U000477), оцінку технічного стану земляного полотна на окремих дорогах і розробку пропозицій щодо забезпечення його надійності. Тема дисертації відповідає галузевій програмі модернізації колійного господарства та організації швидкісного руху поїздів на основних напрямках міжнародних транспортних коридорів.

Метою роботи є обґрунтування основних параметрів напружено-деформованого стану для стабілізації ґрунтового насипу земляного полотна, укріпленого армуючими матеріалами.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішені такі **завдання досліджень**:

1. провести аналіз попередніх досліджень в області зміцнення земляного полотна армуючими матеріалами;
2. дослідити вплив армуючого шару геоматеріала на деформативні властивості ґрунту земляного полотна в різних конструкціях підсилення;
3. визначити характер розподілу напружень в земляному полотні, посиленому геоматеріалом при статичному навантаженні;
4. провести комплекс експериментальних досліджень для вивчення характеру деформування моделі земполотна при різних ступенях навантаження.

Об'єктом досліджень є напружено-деформований стан армованого земляного полотна залізничної колії.

Предмет досліджень - параметри стабілізації укріпленого земляного полотна залізничної колії.

Методи досліджень.

В основу досліджень покладено апробовані методи: метод кінцевих елементів

при визначенні аналітичним шляхом параметрів напружено-деформованого стану укріпленого залізничного земляного полотна, метод аналізу параметрів деформації при експериментальному навантаженні моделі земляного полотна і їх визначенні, метод техніко-економічного порівняння і аналізу модернізації залізничної колії з укріпленням земляним полотном.

Наукова новизна одержаних результатів.

1. Вперше на основі теоретичних розробок вирішена задача по визначенню напружено-деформованого стану (НДС) земляного полотна, посиленого геоматеріалами, шляхом оцінки напружень, які виникають у ньому при ступінчастому прикладенні навантажень, і змінюються від 0,0644 МПа до 0,322 МПа.

2. Встановлені параметри напружено-деформованого стану при армуванні земляного полотна шаром з щебенево-грунтової суміші, що слабо деформується, при зміні відносних деформацій від 0,008 до 0,017.

3. Вперше встановлені закономірності зміни і кількісні характеристики деформування земляного полотна, які зменшуються в 1,3 рази при його підсиленні щебенево-грунтовою сумішшю (ЩГС) з геотекстилем.

4. Вперше обґрунтовано раціональні параметри земляного полотна, армованого геотекстилем з загнутими краями і щебенево-грунтовою сумішшю при розміщенні геотекстилю на відстані 0,4 м від основної площадки, що дозволяє збільшити міцність земляного полотна в 1,8 – 2,0 рази та його стабільність для підвищення швидкості руху потягів.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджується положеннями теорії пружності і пластичності перетворення деформацій під дією навантажень, які відповідають натурним умовам, коректністю застосованого математичного апарату, відповідністю даних теоретичних розрахунків і математичного моделювання результатам експериментальних досліджень з відхиленням не більше 15%, позитивними результатами, отриманими від впровадження роботи в промисловість, апробацією наукових положень і висновків на науково-практичних конференціях.

Практична цінність роботи полягає в розробці способу посилення земполотна геоматеріалами, який може використовуватися проектними організаціями при виборі та обґрунтуванні варіантів реконструкції ділянки колії з недостатньою несучою здатністю і підвищеною деформативністю.

Практичну цінність представляють також результати досліджень з оцінки впливу способів армування на зміну напружено-деформованого стану земляного полотна, посиленого геоматеріалами.

Реалізація висновків і рекомендацій по роботі. Результати досліджень знайшли практичне застосування при розробці робочого проекту армування земляного полотна, виконаного ЧПКП «Технотранспроєкт» для реконструкції ділянки лінії Владиславівка-Керч Придніпровської залізниці у складних інженерно-геологічних умовах.

Публікації. Основні положення дисертації опубліковані в 11 наукових працях, у тому числі: 7 – у спеціалізованих виданнях, 4 - тези доповідей на конференціях.

Особистий внесок здобувача. Автор виконав спільно з науковим керівником постановку мети і задачі досліджень. Основні положення та результати дисертаційної роботи отримані автором самостійно. Крім того, в публікаціях, в

яких відображено основні результати дисертації та які написані у співавторстві здобувачу належать: у роботі [1] – ідея роботи, порівняльний аналіз напружено-деформованого стану земляного полотна залізниці по двох варіантах, [2] – ідея проведення досліджень з метою визначення впливу деформаційних характеристик шару підсилення на НДС залізничного насипу біля мостового переходу, [3] – проведення експериментальних досліджень та визначення параметрів НДС армованої моделі земляного полотна, [4] – проведено порівняльний аналіз деформування земляного полотна при його підсиленні шаром, що мало деформується, [5] – розроблені варіанти армування земляного полотна в складних інженерно-геологічних умовах, [6] – ідея роботи та проведення порівняльного аналізу НДС земляного полотна при його модернізації, [7] – ідея підвищення несучої здатності земляного полотна для швидкісного руху потягів.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати виконаних в дисертації досліджень доповідались на Міжнародній науково-практичній конференції «Транспортні зв'язки: проблеми і перспективи» (Дніпропетровськ, травень 2008р.), 69-й Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» (Дніпропетровськ, 2009 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «Мости і тунелі: теорія, дослідження, практика» (Дніпропетровськ, 2010р.), 70-й Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» (Дніпропетровськ, квітень 2010р.) , 71-й Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» (Дніпропетровськ, квітень 2011р.), 72-й Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту» (Дніпропетровськ, квітень 2012р.). У повному обсязі дисертаційна робота доповідалася на міжкафедральному семінарі кафедр «Тунелі, основи і фундаменти», «Шлях та колійне господарство» і «Проектування і будівництво доріг» (Дніпропетровськ, червень 2012р.).

Структура дисертації. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, заключних висновків, списку використаних джерел та двох додатків. Повний обсяг становить 203 сторінки друкованого тексту, у тому числі: 68 рисунків, викладених на 28 сторінках, 4 таблиці на 4 сторінках, список літератури з 188 найменувань займає 16 сторінок і доповнення викладені на 2 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Вступ містить загальну характеристику роботи. Обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, доведено новизну і практичне значення отриманих результатів, вказано на особистий внесок автора в роботу, сформульовані мета і задачі досліджень.

У першому розділі проведено аналіз існуючих методів дослідження посилення земляного полотна залізничної колії на слабких основах. Аналізувалися можливі методи вирішення поставлених в роботі завдань. Відзначено, що великий внесок у дослідження та розробку методів вирішення розглянутих задач внесли вітчизняні та закордонні вчені – Амелін С.В., Ангелейко В.І., Шахунянц Г.М., Ашпіз Е.С., Блажко Л.С., Гольдштейн М.Н., Фрішман М.А., Рибкін В.В., Даниленко Є.І., Шраменко В.П., Петренко В.Д, Курган М.Б., Виноградов В.В.,

Грицик В.І., Єрмаков В.М., Коншин Г.Г., Петряєв А.В., Прокудін І.В., Стоянович Г.М., Тимофієва Л.М., Яковлев В.Ф., Яковлева Т.Г., Балуха К., Шрамм Г., Бондаренко І.О., Adams B.P., Lee K.L., Vidal H., Juran I., Ernest T. Selig, John M. Long M.T. та ін.

Результати раніше виконаних досліджень вказують на те, що використання традиційних способів зміцнення земполотна залізниць не завжди ефективно і призводить до великих витрат коштів і часу на їх реалізацію. Сучасні способи зміцнення земляного полотна залізничної колії мають ряд недоліків технічного, технологічного чи економічного характеру, і тому не вирішують в багатьох випадках питання зниження деформативності земляного полотна.

Теоретичні та експериментальні дослідження, проведені в різних країнах світу, а також спостереження за станом дослідних ділянок дозволили встановити, що геотекстиль, поміщений на основну площадку, вступає в спільну роботу з баластним шаром і ґрунтом основного майданчика, при цьому напружено-деформований стан масиву земполотна змінюється.

Таким чином, в даний час існує проблема оцінки якості армування, особливо, геосинтетичними матеріалами залізничного земляного полотна. При цьому проблема ускладнена тим, що немає єдиної концепції посилення тіла земляного полотна по його глибині, особливо в комбінованих варіантах. Тому в роботі поставлена задача розробки способу його зміцнення й оцінки параметрів напружено-деформованого стану.

У другому розділі викладені методика і результати проведення випробувань армованих геоматеріалами ґрунтових зразків на одноосний стиск, та лоткових досліджень моделей земляного полотна, навантажених до рівня адекватного сучасним від рухомого складу залізниць.

Випробування проводилися в умовах закритої системи, тобто при незмінній вологості ґрунту. Для цього потрібне швидке завантаження зразка, і тривалість випробування не повинна перевищувати 10–15 хв.

Після проведення серій випробувань були побудовані графіки залежностей «напруження - відносна деформація» ($\sigma - \epsilon$). На підставі отриманих результатів випробувань зразків на одноосний стиск і підтвердження ефективності розміщення геотекстилю для зниження деформацій зразків були проведені лабораторні дослідження стабілізації армованого земляного полотна. Маломасштабні експериментальні дослідження проводилося в лотку конструкції ГНДЛ механіки ґрунтів Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна (ДНУ). При цьому прийняті основні розміри моделі в плані 680×120 мм. Передня стінка лотка представляла собою прозоре оргскло для спостережень за розвитком деформацій. Завантаження моделей виконувалося важільною системою з плечем важеля 1:10. Навантаження передавалася на штамп площею $155,3 \text{ см}^2$. В процесі завантаження моделей контролювався рівень абсолютних переміщень. Для забезпечення строго вертикальної передачі навантаження в центрі моделі використовувалась металева кулька діаметром 8 мм. Вертикальне навантаження на штамп створювалося за допомогою важків. Приріст вертикального навантаження на штамп становило від 10 до 50 Н, при цьому величина напружень під штампом змінювалася від 0,0644 МПа до 0,322 МПа (як відомо, нормативне напруження для залізниць при зміцненні становить 0,16 МПа). Осадка штампа вимірювалася трьома індикаторами годинникового типу з ціною

поділки 0.01мм. Індикатори на штампі встановлювалися симетрично. Переміщення штампа фіксувалися після прикладання кожного ступеня навантаження зняттям за індикаторами відліків і фотографуванням деформованої моделі. Переміщення земляного полотна фіксувалися по лінійкам, встановленим по бічним граням лотку і за деформаціями моделі з сіткою, нанесеною на її лицьовій стороні. Для обґрунтування методу запобігання або істотного зниження деформацій земляного полотна при різних видах армування були проведені експериментальні дослідження в лотку з геометричним масштабом моделювання 1:20. Було проведено кілька серій випробувань моделей з уточненням особливостей їх деформування в залежності від характеру армування (рис. 1).

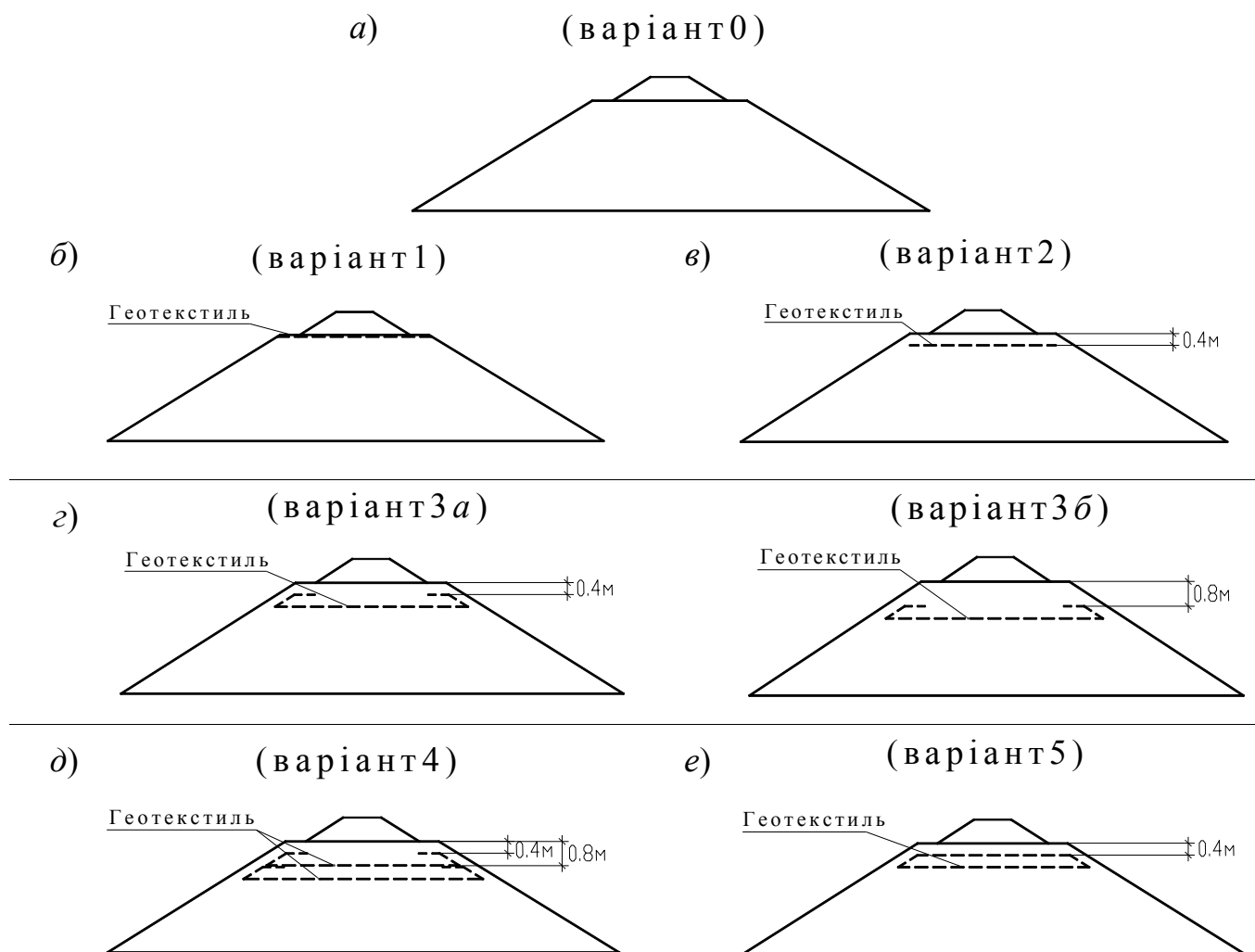


Рис. 1 – Варіанти армування моделі геотекстильними матеріалами:

а) варіант 0 – неармована модель; б) варіант 1 – модель, армована одним полотном геотекстилю, розташованим безпосередньо під баластом; в) варіант 2 – модель, армована одним полотном геотекстилю, розташованим на 2 см нижче (0,4 м в натурі) від основного майданчика; г) варіант 3 – модель, армована одним полотном геотекстилю з загинами на глибині: 3а – 0,4 м; 3б – 0,8 м; д) варіант 4 – модель, армована двома полотнами геотекстилю з загинами на глибині 0,4 м і 0,8 м; е) варіант 5 – модель, армована оболонкою з геотекстилю на глибині 0,4 м.

В результаті аналізу параметрів експериментальних досліджень армування геотекстилем земляного полотна встановлено, що характер прояву деформування неармованих моделей варіант 0 (рис. 1, а) проявляється шляхом виникнення під

штампом ядра стиснення, що було видно по викривленню сітки 2×2 см, накресленої на передній стороні моделі. У варіанті 1 (рис. 1, б) в процесі стиснення ґрунтової матриці полотно геотекстилю значно змінило свою форму, відшарувалося від основного майданчика і втратило форму в результаті критичної деформації, що свідчить про нераціональність даного варіанту розміщення армуючого елементу. При аналізі варіанту 2 (рис. 1, в) встановлено, що при значних напругах в кряях геотекстильного полотна утворилися зони розшарування матриці і арматури. У варіантах 3 і 4 (рис. 1, г, д) зазначається однорідне деформування, оскільки критичних деформацій у вигляді розшарування і висмикування арматури не виявлено. Тому армування земполотна по запропонованим варіантам є оптимальним для стабілізації земляного полотна залізничної колії. Розглянувши варіант 5 (рис. 1, е), при значних напругах виявлено деформування ґрунтової матриці на кряях під штампом і баластним шаром. Отже, наявність тріщин в місцях перенапруги - на краю баластного шару і під краєм штампа є негативним ефектом. Аналіз графіка напруг і деформацій (рис. 2) свідчить про те, що всі варіанти армування значно (до 2 разів) при однакових деформаціях збільшують міцність моделі. Однак, найбільш істотне збільшення міцності досягається у варіантах 4 (модель, армована двома пластинами геотекстилю з загинами), і 5 (модель, армована замкнутою оболонкою з геотекстилю), і 3а (модель, армована геотекстилем з загинами).

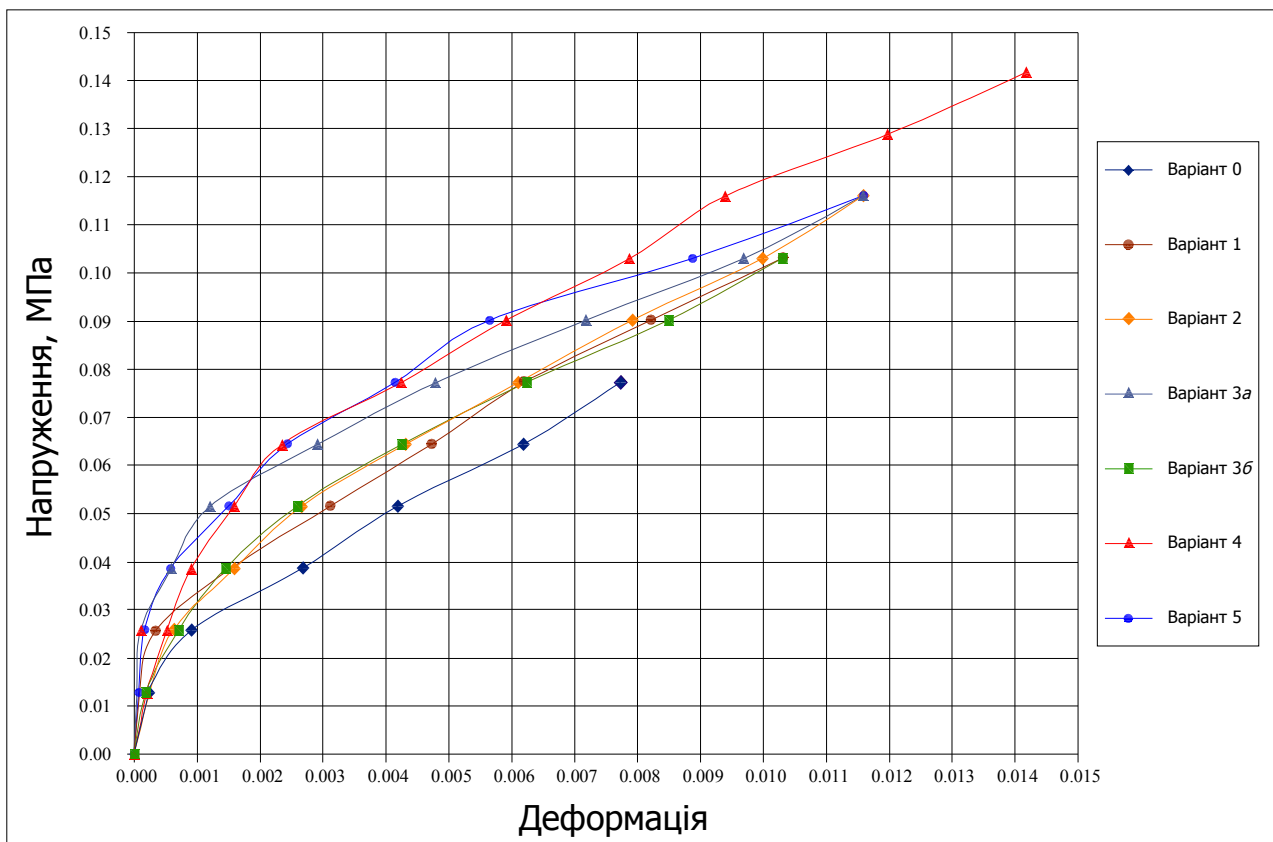


Рис. 2 – Графік залежності напружень і деформацій для різних варіантів армування.

В роботі проведено також комплекс експериментальних досліджень, в яких були виконані варіанти посилення моделей шаром, що мало деформується з щебенево-ґрунтової суміші, розміщеного на різній глибині від основного майданчика земляного полотна (рис. 3).

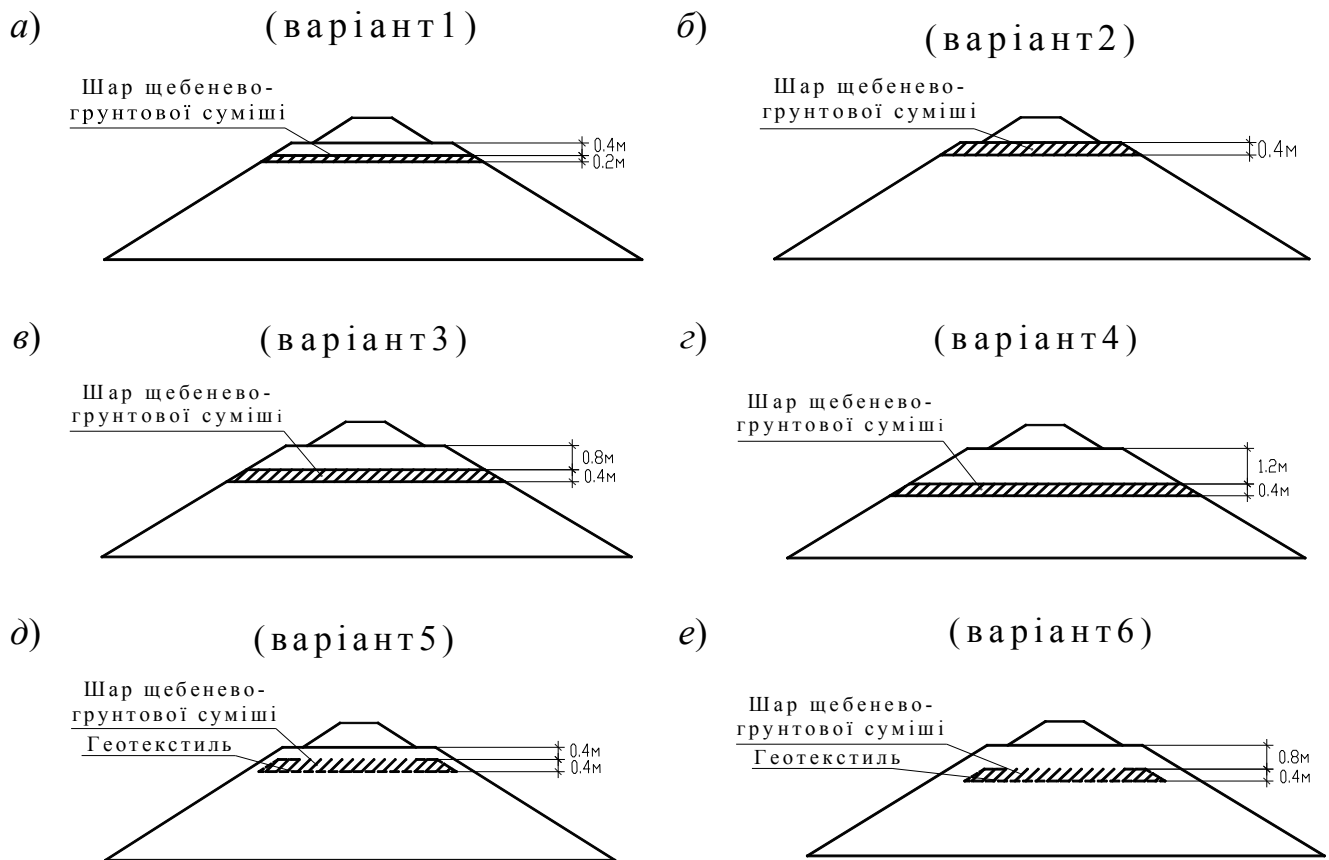


Рис. 3 – Варіанти посилення моделі шаром, що мало деформується з ЩГС:

а) варіант 1 – шар з ЩГС товщиною 1 см (0,2 м в натурі) на глибині 0,4 м від основного майданчика; б) варіант 2 – шар з ЩГС товщиною 0,4 м, розташований безпосередньо під баластом; в) варіант 3 – шар з ЩГС товщиною 0,4 м на глибині 0,8 м від основного майданчика; г) варіант 4 – шар з ЩГС товщиною 0,4 м на глибині 1,2 м від основного майданчика; д) варіант 5 – варіант (комбінований) – шар з ЩГС товщиною 0,4 м на глибині 0,4 м від основного майданчика, обгорнутий полотном геотекстилю з загинами; е) варіант 6 – (комбінований) - шар з ЩГС товщиною 0,4 м на глибині 0,8 м від основного майданчика, обгорнутий полотном геотекстилю з загинами.

При аналізі результатів експериментальних досліджень напружено-деформованого стану земляного полотна, армованого шаром, що мало деформується з щебенево-грунтової суміші, встановлено наступне.

У варіанті 1 (рис. 3, а) дещо поліпшена картина деформування, однак, не суттєво. Але все ж, порівняно з неармованим варіантом варіант 0 (рис. 1, а), загасання напружень є значним.

Збільшивши товщину шару, що мало деформується до 2 см (0,4 м в натурі) було виявлено його позитивний вплив на зменшення вертикальних деформацій, а також вплив його розташування по висоті на ці величини. Так, у варіантах 2, 3, 4 (рис. 3, б, в, г) якісного впливу положення шару на зміну вертикальних переміщень не відзначалося.

У варіанті 5 (рис. 3, д) виявлені деформації у вигляді розшарування і висмикування матриці і арматури (шар, що мало деформується розташовувався на глибині 2 см (0,4 м в натурі) від основного майданчика).

При аналізі 6 варіанту (рис. 3, *е*) шар, що мало деформується, розташовувався на глибині 4 см (0,8 м в натурі) від основного майданчика. Встановлено, що ніяких критичних деформацій у вигляді розшаровування і висмикування арматури не виявлено, тому цей варіант є ефективним для стабілізації земляного полотна залізничної колії.

При аналізі графіка напруг і деформацій (рис.4) виявлено те, що деформування за варіантами 2, 3, 4 і 6 (рис. 3, *б*, *в*, *г*, *е*) практично однакове, що говорить про практично рівний вплив на інтегральний напружено-деформований стан (НДС), причому варіант 6 (рис. 3, *е*), який є комбінованим, надає такий же вплив, як і варіанти без геотекстилю.

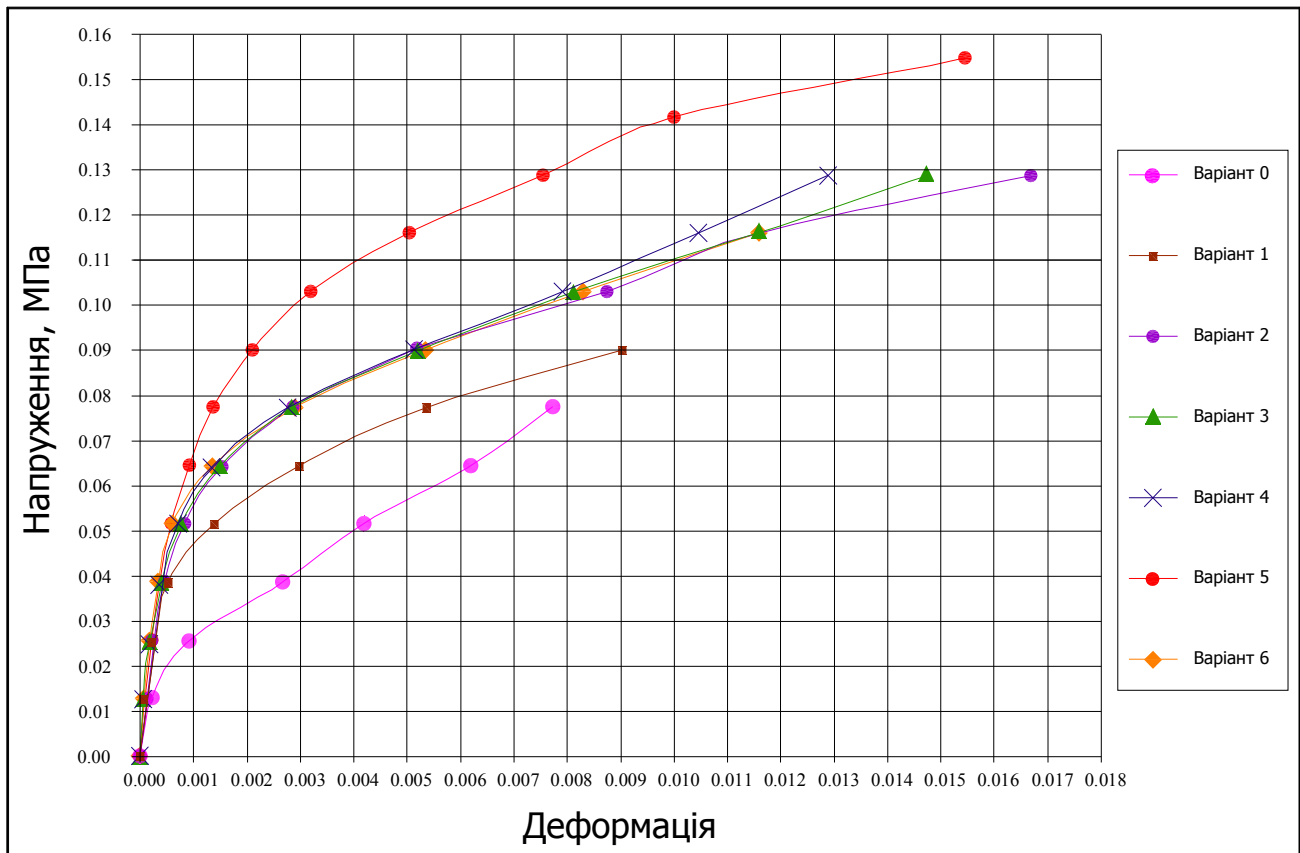


Рис. 4 – Графік залежності напружень і деформацій для різних варіантів укріплення.

В третьому розділі розроблені аналітичні основи визначення напружено-деформованого стану земляного полотна під дією навантаження.

Для визначення такого напруженого стану земляного полотна різних конструкцій були виконані аналітичні дослідження шляхом вирішення диференціальних рівнянь рівноваги з урахуванням умов деформування. В результаті були отримані рівняння для визначення нормальних напружень σ_z і σ_x і дотичних τ_{xz} для неармованого земляного полотна, які були використані в подальшому для практичної реалізації. Другим етапом аналітичних досліджень було визначення деформацій і переміщень армуючого елемента – геотекстилю з щебенево-грунтовою сумішшю.

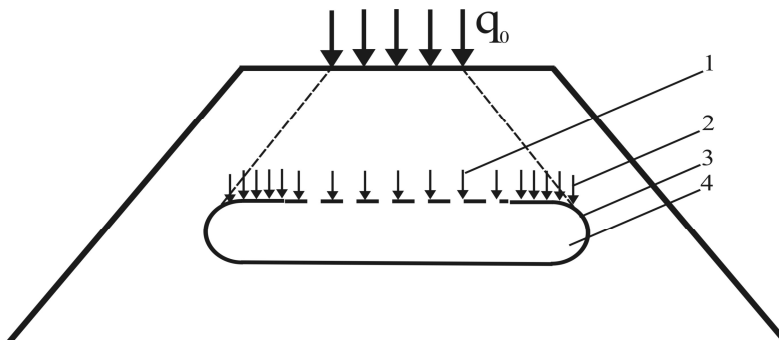


Рис.5 – Схема розподілу напруженого стану з урахуванням ефекту затиснення:
1 – навантаження, що передається на зміцнюючий елемент (частина поїзного навантаження і власна вага); 2 – навантаження, що передається на відгин оболонки;
3 – фіктивно замкнута оболонка з геотекстилю; 4 – заповнювач (ЩГС).

При цьому були отримані залежності для обчислення різних зон прогину нижньої фібри зміцнюючого елемента, який є незамкненою оболонкою.

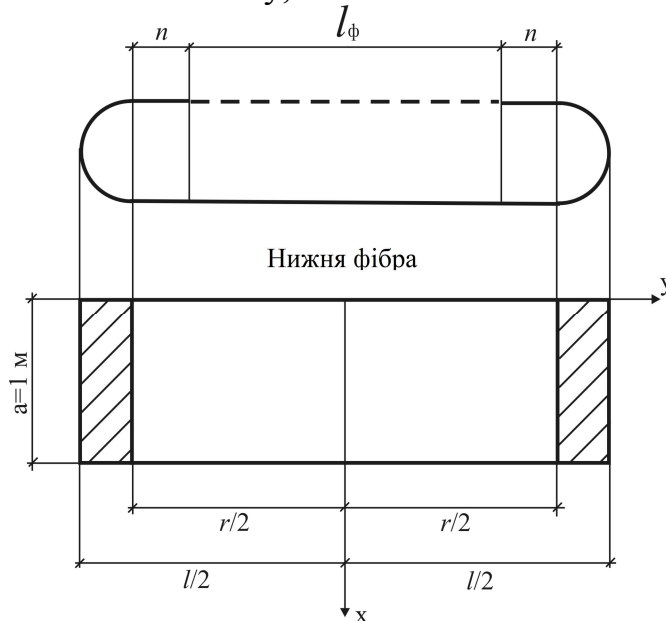


Рис. 6 – Розрахункова схема для визначення переміщень і напруг в елементі (оболонка з заповнювачем).

Прогин такого тришарового композитного пакета симетричної структури, що розташовується на пружній основі з відомими параметрами, наближено визначається за формулами:

– для центральної лінії зміцнюючого елемента, що збігається з віссю x :

$$w = \frac{4q_0 a^4}{D_T \pi^5} \sum_{m=1,3,5}^{\infty} \frac{E_m}{m^5 P_m} (1 + A_m - B_m) \sin \frac{m\pi x}{a} \quad (1)$$

– для нижньої фібри без перехідної зони $y < \pm \frac{r}{2}$:

$$w = \frac{4q_0 a^4}{D_T \pi^5} \sum_{m=1,3,5}^{\infty} \frac{1}{m^5 P_m} \left[\left(1 + A_m \operatorname{ch} \frac{m\pi y}{a_m} - B_m \operatorname{ch} \frac{m\pi y}{a} \right) - E_m \left(\frac{C_{m1}}{\operatorname{ch} \beta_{m1}} \operatorname{ch} \frac{m\pi y}{a} - \frac{C_{m2}}{\operatorname{ch} \beta_m} \operatorname{ch} \frac{m\pi y}{a} \right) \right] \sin \frac{m\pi x}{a} \quad (2)$$

– для перехідної зони нижньої фібри $\pm \frac{l}{2} \geq y \geq \pm \frac{r}{2}$:

$$w = \frac{4q_0 a^4}{D_T \pi^5} \sum_{m=1,3,5}^{\infty} \frac{1}{m^5 P_m} \left[\left(1 + A_m ch \frac{m\pi y}{a} - B_m ch \frac{m\pi y}{a} \right) - F_{m1} \left(G_m sh \frac{m\pi y}{a} - G_{m1} ch \frac{m\pi y}{a} - H_m sh \frac{m\pi y}{a} + H_{m1} ch \frac{m\pi y}{a} \right) \right] \sin \frac{m\pi x}{a}, \quad (3)$$

де a – ширина по осі, прийнята рівною 1 м; D_T – згинаюча жорсткість зміцнюючого елемента; P_m , a_m , β_{m1} , β_m – параметри тришарового зміцнюючого елемента; A_m , B_m , E_m , C_{m1} , C_{m2} , G_m , G_{m1} , F_{m1} , H_m и H_{m1} – постійні коефіцієнти.

Крім того, було визначено згинаючу жорсткість зміцнюючого елемента, в тому числі при відшаруванні зміцнюючого пакета від матриці.

$$\text{Згинаюча жорсткість зміцнюючого елемента } D_T = \frac{c_{\text{ЩГС}} E_{\text{ЩГС}}}{12(1 - \nu_{\text{ЩГС}}^2)} \quad (4)$$

де $E_{\text{ЩГС}}$, $\nu_{\text{ЩГС}}$ и $c_{\text{ЩГС}}$ – відповідно модуль деформації, коефіцієнт Пуассона і товщина шару ЩГС в оболонці.

Крім деформованого стану зміцнюючого елемента визначено компоненти напружень для нижньої фібри без перехідної зони, що дозволило визначити загальний напружений стан земляного полотна з урахуванням зміцнюючого елемента. Було визначено також критичний внутрішній тиск, що дозволяє оцінити можливість розшарування геотекстилю, що взаємодіє з ґрунтом.

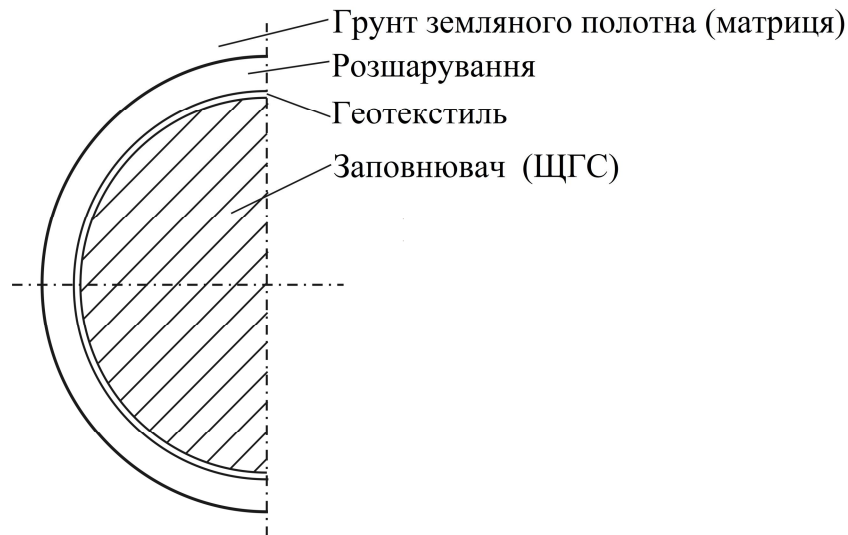


Рис. 7 – Схема розшарованої полуциліндричної оболонки.

Вигинаюча жорсткість при відшаруванні зміцнюючого пакета від матриці

$$D = \frac{E_r t_r^2}{12} + \frac{E_{\text{ЩГС}} c_{\text{ЩГС}}^2}{12} + \frac{E_r t_r^2}{4} (t_r + c_{\text{ЩГС}} - Hf)^2 + E_{\text{ЩГС}} \frac{c_{\text{ЩГС}} H}{4} f^2, \quad (5)$$

де E_r и t_r – модуль пружності і товщина геотекстилю, яким в обліку даного ефекту не нехтують.

Параметри $H = c + t^2$, $f = \frac{E_r t_r}{E_{\text{пр}}(t + c)} \left(\frac{t}{c + t} + c \right)$ знаходять з наведеної жорсткості

пакета $E_{np} = \frac{1}{t+c} (E_r t_r + E_{шгс} c_{шгс})$.

Спільна дія осьових стискаючих сил і внутрішнього тиску з боку заповнювача, що викликає розшарування можна характеризувати критичним внутрішнім тиском:

$$\text{Критичний внутрішній тиск } q_{кр} = \frac{\pi}{[12(1-\nu_r)^2]^{0,75}} E_{np} \frac{H^{2,5}}{lR^{1,5}} \sqrt[4]{\left(1 + \frac{1,49\Delta}{1+\varepsilon}\right)^3}, \quad (6)$$

де ν_r – коефіцієнт Пуассона геотекстилю;

l и R – периметр і радіус полуциліндричної оболонки.

На основі виконаних аналітичних досліджень обґрунтовано підхід до визначення загального НДС як суперпозиції його значень в матриці і зміцнюючому елементі.

Було проведено математичне моделювання армованого земляного полотна на основі програмного комплексу *Structure CAD for Windows, version 7.31 R. 4 (SCAD)*. У роботі був виконаний порівняльний аналіз напружено-деформованого стану конструкції земляного полотна.

Для дослідження обрано два варіанти посилення земляного полотна:

1-й варіант – шар мінеральної суміші товщиною 80 см безпосередньо під баластовим шаром; 2-й варіант – пакет з георешітки та піску товщиною 50см безпосередньо під баластовим шаром.

Наведено величини вертикальних переміщень. У варіанті 1 поширення переміщень по висоті насипу закінчується на глибині 3,75 м, а у варіанті 2 – на глибині 6,0 м. Горизонтальні напруги в верхній будові колії для двох варіантів є майже ідентичними, максимальні значення для варіанта 1 – 6,5 МПа, для варіанту 2 – 6,6 МПа. Вертикальні напруги у варіанті 1 досягають глибини 2,0 м, а у варіанті 2 – 3,2 м. Отже, менша товщина підсилюючого шару (варіант 2 – 0,5 м, на відміну від варіанту 1 – 0,8 м), позитивно впливає на деформований стан земляного полотна зі звичайного суглинку і дозволяє зменшити вертикальні напруження приблизно на 18 ... 20%.

Крім того, виконано дослідження впливу деформаційних характеристик шару посилення на НДС залізничного насипу. Для дослідження обрані два варіанти армування земполотна: 1-й варіант - щебінь, просочений бітумом завтовшки 30 ... 50 см; 2-й варіант - шар з ущільненого ґрунту товщиною 70 ... 100 см. Наведено результати розрахунку НДС земляного полотна з поїзним навантаженням (варіант 0). Було прийнято дві схеми завантаження КЕ-моделі: 1 схема – тиск від дії ваги локомотива; 2 схема – тиск від власної ваги. Порівняльний аналіз варіантів посилення (варіант 1 і варіант 2) свідчить про те, що така зміна незначно покращує загальне НДС насипу, дещо зменшуючи вертикальні переміщення, але це зменшення незначне (в 1,02 ... 1,05 рази).

Порівняльний аналіз НДС земляного полотна при модернізації за варіантами бортової чи суцільної вирізки земполотна на 1035 км ділянки Слов'янськ – Шпичкіно Донецької залізниці був виконаний для трьох варіантів:

1-й варіант – земляне полотно до реконструкції;

2-й варіант – суцільна вирізка;

3-й варіант – бортова вирізка.

Представлені результати аналізу переміщень по осях X і Z (до реконструкції і два варіанти реконструйованого земляного полотна) показали, що вони не мають

значних змін. На основі аналізу напружень по осях X і Z можна відзначити, що в разі бортової вирізки напруги дещо збільшені (0,13 МПа, на відміну від суцільної вирізки 0,1 МПа), та з урахуванням економічного порівняння варіант бортової вирізки є оптимальним для реконструкції земляного полотна конкретної 1035 км ділянки Слов'янськ – Шпичкіно Донецької залізниці.

Четвертий розділ. Для реалізації результатів розробок в промислових умовах Придніпровської залізниці було вивчено геологічну будову і гідрогеологічні умови дослідної ділянки, крім того був виконаний аналіз деформацій земляного полотна на дослідній ділянці. При цьому, як було встановлено раніше, величини деформацій значно відрізняються.

В процесі виконання дослідницьких робіт та передпроектних проробок були запропоновані варіанти армування для стабілізації деформаційних процесів на 65 км лінії Владиславівка – Керч Придніпровської залізниці.

Розроблено варіанти протидеформаційних заходів, – армування геосинтетичними матеріалами з піщаною подушкою, що включає улаштування систематичного дренажу із заміною ґрунтів основи та тіла насипу.

На основі виконаних досліджень була запропонована в проектні опрацювання конструкція земляного полотна, посиленого за допомогою геотекстилю з загнутими краями, всередині якого розміщується відпрацьована щебенево-ґрунтова суміш (Рис.8).

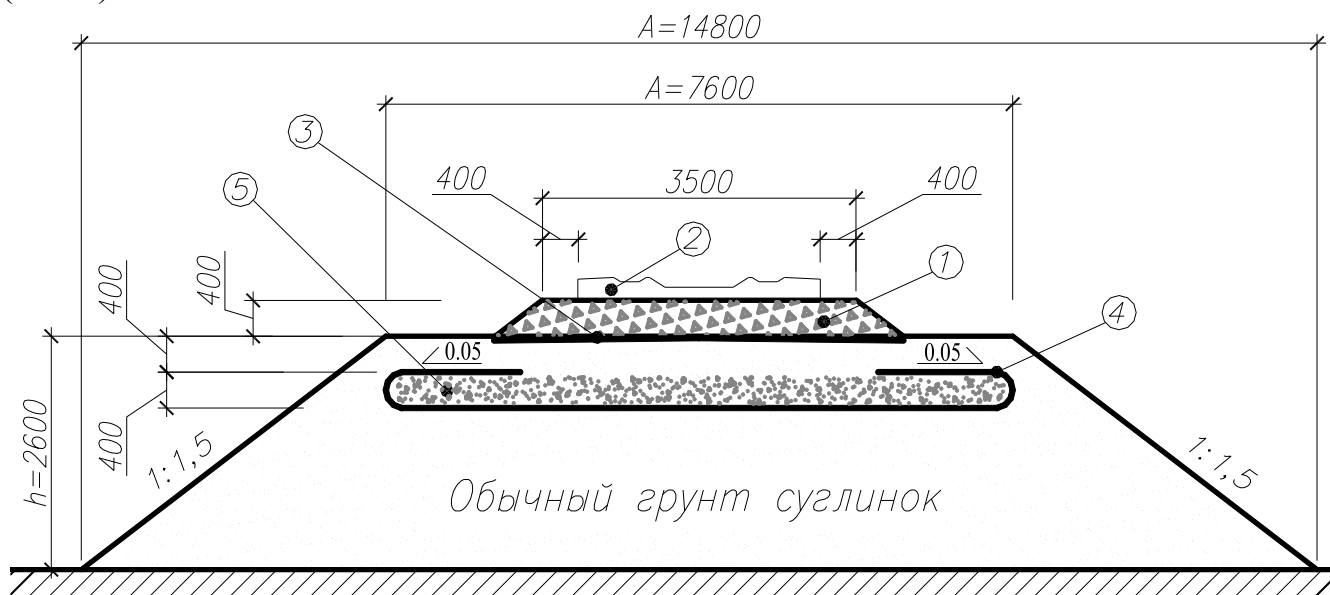


Рис.8 – Спосіб зміцнення залізничного земляного полотна:

1 – баластний шар; 2 – шпала, 3 – геотекстиль під баластовим шаром; 4 – зміцнюючий шар геотекстилю з загненими краями; 5 – щебенево-ґрунтова суміш.

При дослідженнях були визначені насипна щільність і порожнистість, фракційний склад і ступінь неоднорідності, вологість і модуль деформації відпрацьованого щебеню, як основні характеристики, які потрібні для встановлення його протидеформаційної здатності протистояти навантаженню на земполотно, що реконструюється. Були виконані також компресійні випробування щебенево-ґрунтових сумішей, результати яких зазвичай використовуються для розрахунку осадки споруд, у тому числі й залізничного земляного полотна.

В результаті був зроблений висновок про те, що щебенево-грунтова суміш з відпрацьованого щебеню може бути істотною заміною суглинку, в тому числі і в якості зміцнюючого шару.

У роботі була розглянута технологія будівництва і розроблена технологічна карта для модернізації земляного полотна залізничної колії. При цьому було виконано зняття шару суглинку бульдозером і укладання геотекстилю; укладання ЩГС бульдозером і доставка суглинку і його укладання бульдозером на ЩГС з геотекстилем.

Графік виконання даних робіт був розрахований з використанням програми АВК–5. Було встановлено, що застосування запропонованого методу призводить до зниження трудовитрат в 2,95 раз в порівнянні з проектним. Крім того, була визначена економічна ефективність і трудові показники при застосуванні методів стабілізації земляного полотна залізничної колії. На підставі розрахунків встановлені загальні витрати на реконструкцію 250 м шляху за першим варіантом (варіант посилення земляного полотна геотекстилем з піщаною подушкою і дренуючим ґрунтом тіла насипу), які склали 945232,5 грн., а по другому (посилення земляного полотна геотекстилем з щебенево-грунтовою сумішшю) 661667,5 грн. Таким чином, величина економічного ефекту від виконаних робіт становить 283565 грн. або 1134 грн. на 1 пог.м.

Також проведено техніко-економічне порівняння модернізації земляного полотна за двома варіантами на 1035 км ділянки Слов'янськ – Шпичкіно Донецької залізниці.

Як встановлено, кошторисна вартість будівництва з урахуванням основних обсягів робіт і матеріалів при виконанні бортової вирізки складає 4,22 тис. грн. на 1 пог.м, а при суцільній вирізці 13,35 тис. грн. на 1 пог.м, що в три рази дорожче в порівнянні з бортовою вирізкою. Економічний ефект від використання зазначеного методу 9,128 тис. грн. на 1 пог.м. реконструйованого земполотна за новим методом.

ВИСНОВКИ

На підставі аналізу результатів виконаних експериментальних та теоретичних досліджень, зроблені наступні висновки:

1. Проведений аналіз попередніх досліджень в області укріплення земляного полотна армуючими матеріалами дозволив встановити недостатній рівень розробки та наукове обґрунтування способів зміцнення земляного полотна залізниць.

2. Теоретичним шляхом досліджено вплив армуючого шару геоматеріала на деформативні властивості ґрунту земляного полотна в різних конструкціях підсилення. На основі теоретичних розробок вирішена задача по визначенню напружено-деформованого стану земляного полотна, підсиленого геоматеріалами, шляхом оцінки напруг, що виникають у ньому при ступінчастому прикладанні навантажень від 0,0644 МПа до 0,322 МПа.

3. При проведенні експериментальних досліджень визначено характер розподілу напружень в земляному полотні, посиленому геоматеріалом при статичному навантаженні як зразка так і моделі в лотку. На основі результатів експериментальних досліджень встановлено параметри напружено-деформованого стану при армуванні земляного полотна шаром, що мало деформується з щебенево-грунтової суміші при зміні відносних деформацій від 0,008 до 0,017.

4. Як встановлено експериментально, армування земляного полотна у вигляді окремих горизонтальних полотнищ геотекстильних матеріалів збільшують міцність матриці в 1,5...1,6 рази, але виникнення зон розшарування на кінцях полотнища свідчить про нераціональність даних варіантів незалежно від їх розміщення по висоті матриці. Крім того, встановлено, що армування замкненою оболонкою також не може вважатися раціональним варіантом навіть при збільшенні міцності в 1,6 рази, так як деформування земляного полотна при такому варіанті армування пов'язано зі значним утворенням тріщин.

5. Проведений комплекс експериментальних досліджень для вивчення характеру деформування моделі земполотна при різних ступенях навантаження. На основі експериментальних досліджень розроблено спосіб посилення земляного полотна армуванням щебенево-грунтовою сумішшю обгорнутої геотекстильним полотном з загинами та обґрунтовано його розміщення на відстані 0,4 м від основного майданчика, що дозволило збільшити міцність земляного полотна в 1,8 – 2,0 рази і його стабільність для підвищення швидкості руху поїздів.

6. Значний економічний результат був досягнутий, в основному, за рахунок зменшення витрат праці (у 2,95 раз) при виконанні робіт з укладання геоматеріала замість його заміни привізним дренажним ґрунтом. Знижено трудовитрати у виконаних роботах, в порівнянні з базовим варіантом. Таким чином, економічний ефект на 1 пог. м залізничної колії становить 1134 грн.

7. Результати експериментальних досліджень НДС земляного полотна при модернізації за допомогою бортової і суцільної вирізки свідчить про те, що при реконструкції можна застосовувати обидва технічні рішення, які по показникам НДС є майже ідентичними. Але з урахуванням економічного порівняння варіант бортової вирізки є оптимальним для реконструкції земляного полотна конкретної ділянки Донецької залізниці. Собівартість варіанту бортової вирізки складає 4,22 тис. грн. на 1 пог. м шляху, в порівнянні з суцільною вирізкою вартість якої 13,35 тис. грн. Економічний ефект складає 9,128 тис. грн.

Повнота викладу матеріалів дисертації в публікаціях та особистий внесок у них автора.

Основні наукові положення в достатній мірі знайшли відображення в наступних публікаціях:

Основні праці

1. Петренко В.Д. Порівняльний аналіз стану двох варіантів посилення конструкції земляного полотна / Петренко В.Д., Гузченко В.Т., Тютюкін А.Л., Алхдур А.М.М. // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту. залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2009. - Випуск 29. - С.107-111.
2. Петренко В.Д. Дослідження впливу деформаційних характеристик шару посилення на НДС залізничного насипу при підїзді до мостового переходу / Петренко В.Д., Гузченко, В.Т., Алхдур А.М.М // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту. залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2010. - Випуск 32. - С.101-105.
3. Петренко В.Д. Результати аналізу параметрів експериментальних досліджень армування геотекстилем земляного полотна. / Петренко В.Д., Гузченко, В.Т., Тютюкін А.Л., Алхдур А.М.М. // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту. залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2010. - Випуск 34. - С.131-135.

4. Петренко В.Д. Сравнительный анализ результатов экспериментальных исследований усиления земляного полотна малodeформируемым слоем / В.Д.Петренко, В.Т.Гузченко, А.Л.Тюткин, А.М.М. Алхдур // Вестник Днепропетр. нац. ун-та. железн. трансп. им. акад. В. Лазаряна, 2010.- Выпуск 35. - С.139-144.
5. Петренко В.Д. Разработка вариантов армирования земляного полотна в сложных инженерно-геологических условиях / В.Д. Петренко, В.Н Косяк, А.М.М. Алхдур // Вестник. Строительство, материаловедение, машиностроение. Сб. научн. трудов. Вып. 61 – Днепропетровск: ПГАСиА, 2011. - С. 307-312.
6. Петренко В.Д. Порівняльний аналіз НДС земляного полотна при модернізації / В.Д. Петренко, В.Т. Гузченко, А.Л. Тюткин, А.М.М. Алхдур // Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика : Зб. наук. праць Дніпропетр. нац. ун-ту. залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Вип. 1. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2012. – С. 69-74.
7. Петренко В.Д. Дослідження підвищення несучої здатності земляного полотна для швидкісного руху поїздів / В.Д. Петренко, В. П. Купрій, М.А. Лісневський, А.М.М. Алхдур // Мости та тунелі: теорія, дослідження, практика : Зб. наук. праць Дніпропетр. нац. ун-ту. залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Вип. 2. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2012. – С. 50-55.

Додаткові праці

8. Петренко В.Д. Стабилизация железнодорожных насыпей на слабых основаниях / Петренко В.Д., Алхдур А.М.М // Тезисы Международной научно-практической конференции «Транспортные связи, проблемы и перспективы».- Днепропетровск: Изд-во Днепропетр. нац. ун-та. железн. трансп. им. акад. В. Лазаряна, 2008.- С.58.
9. Петренко В.Д. Розрахунок напружено-деформованого стану залізничного насипу з варіантами посилення її конструкції / В.Д. Петренко, В.Т. Гузченко, А.Л. Тюткин, А.М.М. Алхдур // Тези доповіді 70-ї міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту». - Дніпропетровськ: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту. залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2010. - С.203-204.
10. Петренко В.Д. Анализ НДС модернизированного земляного полотна / В.Д.Петренко, В.Т. Гузченко, А.Л.Тюткин, А.М.М. Алхдур // Тезисы 72-й международной научно-практической конференция «Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта». – Днепропетровск: Изд-во Днепропетр. нац. ун-та. железн. трансп. им. акад. В. Лазаряна, 2010.-С.177.
11. Петренко В.Д. Экспериментальные исследования усиления земляного полотна / В.Д. Петренко, В.Т.Г узченко, А.Л. Тюткин, А.М.М. Алхдур // Тезисы доклада 71-й международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта».- Днепропетровск: Изд-во Днепропетр. нац. ун-та. железн. трансп. им. акад. В. Лазаряна, 2011. С. 240-241.

АНОТАЦІЯ

Алхдур А.М.М. Обґрунтування параметрів стабілізації укріпленого земляного полотна залізничної колії. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.06 – залізнична колія, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В.Лазаряна, Дніпропетровськ, 2012.

Дисертація присвячена обґрунтуванню параметрів стабілізації укріпленого земляного полотна залізничної колії.

На основі теоретичних розробок вирішена задача по визначенню напружено-деформованого стану (НДС) земляного полотна, посиленого геоматеріалами, шляхом оцінки напруг, що виникають у ньому при ступінчастому додатку навантажень від 0,0644 МПа до 0,322 МПа.

Встановлені параметри напружено-деформованого стану при армуванні земляного полотна шаром, що мало деформується з щебенево-грунтової суміші при змінненні відносних деформацій від 0,008 до 0,017.

Розроблено спосіб посилення земляного полотна армованого геотекстилем з загнутими краями з щебенево-грунтовою сумішшю (ЩГС) та обґрунтовано його розміщення на відстані 0,4 м від основної площадки, що дозволяє збільшити міцність земляного полотна в 1,8 – 2,0 рази і його стабільність для підвищення швидкості руху поїздів.

Побудовані графіки виконання робіт з будівництва модернізованого земляного полотна залізничної колії. Як впливає з аналізу представлених варіантів технологічних регламентів, витрати часу при реалізації запропонованого варіанту скорочуються до 39,73 год, в порівнянні з проектним, рівним 117,35 год, тобто практично в 2,95 рази.

АННОТАЦИЯ

Алхдур А.М.М. Обоснование параметров стабилизации укрепленного земляного полотна железнодорожного пути. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.06 – железнодорожный путь, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В.Лазаряна, Днепропетровск, 2012.

Диссертация посвящена обоснованию параметров стабилизации укрепленного земляного полотна железнодорожного пути.

Земляное полотно, как фундамент дорожной насыпи, в значительной мере обуславливает нормальную работу железной дороги в целом под воздействием движущегося транспорта. Поскольку государственные строительные нормы в Украине по земляному полотну требуют ограничения не только остаточных, но даже и упругих осадок до 2 мм для линий II-III категории, то по этой причине действуют постоянные уменьшения скорости движения поездов до 15 – 40 км/ч, вследствие чего резко снижается пропускная способность линий. Поэтому стабилизация эксплуатируемых насыпей является актуальной задачей, особенно для линий, реконструируемых под скоростное движение.

На основе теоретических разработок решена задача по определению напряженно-деформированного состояния (НДС) земляного полотна, усиленного геоматериалами, путем оценки напряжений, возникающих в нем при ступенчатом приложении нагрузок от 0,0644 МПа до 0,322 МПа.

По результатам анализа экспериментальных исследований в лабораторных условиях НДС земляного полотна, усиленного геотекстильными материалами и малодеформируемым слоем из щебеночно-грунтовой смеси, установлено, что укрепление земляного полотна в виде незамкнутой оболочки из геотекстиля с заполнителем из щебеночно-грунтовой смеси является наиболее эффективным вариантом его усиления и позволяет увеличить прочность земляного полотна в 1,8 - 2,0 раза и его стабильность для повышения скорости движения поездов.

Установлены параметры напряженно-деформированного состояния при армировании земляного полотна малодеформируемым слоем из щебеночно-грунтовой смеси при изменении относительных деформаций от 0,008 до 0,017.

Разработан способ усиления земляного полотна армированием слоем из геотекстиля с загнутыми краями с заполнителем из щебеночно-грунтовой смеси и обосновано его размещение на расстоянии 0,4 м от основной площадки, что позволяет увеличить прочность земляного полотна в 1,8 – 2,0 раза и его стабильность для повышения скорости движения поездов.

На основе выполненных аналитических исследований для определения напряженного состояния неармированного земляного полотна и также для определения деформаций и перемещений армирующего слоя из геотекстиля с щебеночно-грунтовой смесью обоснован подход к определению общего НДС как суперпозиции его значений в матрице и укрепляющем элементе.

Выполнено математическое моделирование армированного земляного полотна, проведены многовариантные экспериментальные исследования и сделаны оценки напряженно-деформированного состояния усиленного земляного полотна, результаты которых после сравнительного анализа позволили установить влияние на общее НДС земляного полотна при изменении конструкции для его усиления.

Построены графики выполнения работ по строительству модернизированного земляного полотна железнодорожного пути. По проектному варианту было предусмотрено усиление с помощью одной геотекстильной прокладки в песчаной подушке, а в предложенном варианте, усиление с помощью геотекстиля с загнутыми краями, внутри которого размещается отработанная щебеночно-грунтовая смесь. Как следует из анализа представленных вариантов технологических регламентов, затраты времени при реализации предложенного варианта сокращаются до 39,73 ч., по сравнению с проектным, равным 117,35 ч., т.е. практически в 2,95 раза.

Выполнена экономическая оценка эффективности применения метода усиления земляного полотна. Величина экономического эффекта от реализации варианта усиления земляного полотна геотекстилем с щебеночно-грунтовой смесью 661667,5 грн. по сравнению с вариантом усиления земляного полотна геотекстилем с песчаной подушкой и дренирующим грунтом тела насыпи 945232,5 грн. составляет 283565 грн. Таким образом, экономический эффект на 1 пог. м железнодорожного пути составляет 1134 грн.

Также проведено технико-экономическое сравнение модернизации земляного полотна по двум вариантам на 1035 км участка Славянск – Шпичкино

Донецкой железной дороги. По варианту бортовая вырезка, затраты составили – 4,22 тыс. грн. на 1 пог.м, а при варианте сплошной вырезки – 13,35 тыс. грн. на 1 пог.м, что в три раза дороже по сравнению с бортовой вырезкой. Экономический эффект от использования указанного метода 9,13 тыс. грн. на 1 пог. м реконструируемого по новому методу земполотна.

ANNOTATION

Alkhduor A. M. M. Justification parameters of stabilization a fortified subgrade railroad – Manuscript.

Dissertation for the Degree of Candidate of Sciences in the Specialty 05.22.06 – Railway Track, Dnepropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Dnepropetrovsk, 2012.

The dissertation is devoted to stabilization parameters reinforced subgrade of railway.

On the basis of theoretical studies addressed the problem of determining the stress-strain state (SSS) subgrade reinforced geomaterials by measuring stresses in its application for step loads from 0.0644 MPa to 0.322 MPa.

Established parameters of the stress-strain state to reinforce subgrade few deformable layer of crushed stone-ground mixture with decreasing relative strain from 0.008 to 0.017.

Developed a way to strengthen subgrade reinforced geotextile with curved edges and justified its parameters at a distance of 0.4 m from the rubble-soil mixture (RSM), thus increasing the strength of the subgrade is 1.8 – 2.0 times and its stability for speed trains.

Graphs perform works on construction modernized railway subgrade. An analysis of the options presented production schedules, the time for implementation of the proposed options are reduced to 39.73 hours, compared with the project, equal to 117.35 hours, ie nearly 2.95 times.

АЛХДУР АХМАД МУСА МАХМУД

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СТАБІЛІЗАЦІЇ УКРІПЛЕННЯ
ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ**

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Надруковано згідно з оригіналом автора

Формат паперу 60x84 1/16. Ум.друк.арк. 0,9. Обл.-вид.арк. 1,0
Зам. № . Тираж 100.

Видавництво Дніпропетровського національного університету залізничного
транспорту імені академіка В. Лазаряна.

Свідоцтво суб'єкта видавничої діяльності ДК № 1315 від 31.03.2003

Адреса видавництва та дільниці оперативної поліграфії:
вул. Лазаряна, 2, Дніпропетровськ, 49010
www.diit.dp.ua