

БУДІВНИЦТВО

УДК 624.131

DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2025.1.2/41>

Ремез Н.С.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Дичко А.О.

Таврійський національний університет імені В.І. Вернадського

Лу Сін'ї

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Мінаєва Ю.Ю.

Таврійський національний університет імені В.І. Вернадського

ВІДНОВЛЕННЯ БОМБТУРАЦІЙ ТА НЕСТІЙКИХ ҐРУНТІВ ЗА БУРОЗМІШУВАЛЬНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ

У дослідженні наведено аналіз причин нестійкості ґрунту, пов'язаної з техногенним навантаженням та військовими діями. Актуальність дослідження полягає у необхідності відновлення зруйнованого земляного полотна, а також розвитку транспортної інфраструктури країни в сучасних умовах. Зміцнення земляного полотна вимагає всебічного врахування як безпосередніх потреб у стабільності, так і довгострокових вимог до продуктивності. Дані моніторингу ефективності існуючої інфраструктури показують, що неналежним чином оброблені землі часто демонструють прогресуюче погіршення, що призводить до збільшення витрат на технічне обслуговування та скорочення терміну служби. Технологія буріння та змішування стає високо адаптивним рішенням для вирішення різноманітних завдань земляного полотна. Технологічні інновації в змішувальному обладнанні та в'язучих агентах демонструють високу ефективність в обробці та збільшенні міцності проблемних ґрунтів. У роботі ознaчено кореляцію між параметрами обробки за бурозмішувальною технологією та розвитком міцності ґрунтів. Наведено критерії продуктивності та параметри контролю якості для різних конструкцій. Аналіз числових даних власних польових випробувань визначення міцності зразка ґрунту при одночасному навантаженні і результати програми моніторингу оброблених ґрунтів дозволили встановити систематичні закономірності в поведінці та продуктивності ґрунтово-цементної суміші. У якості основного зв'язуючого агенту використано портландцемент типу І, доповнений меленим гранульованим доменним шлаком у пропорціях 20-40% від загального вмісту в'язучого компоненту. Механічні властивості обробленого ґрунту демонструють значні покращення при застосуванні методу буріння та змішування. Результати роботи рекомендуються до використання для збільшення міцності ґрунту та укріплення основ споруд з врахуванням залежності вмісту в'язучого компоненту та енергії змішування від типу ґрунту основи.

Ключові слова: ґрунти, міцність, бурозмішувальна технологія, портландцемент.

Постановка проблеми. Розвиток транспортної інфраструктури залишається «наріжним камінем» сучасного економічного зростання, при цьому стійкість земляного полотна відіграє фундаментальну роль у забезпеченні довгострокової ефективності та безпеки доріг, залізниць та інших інженерних споруд. Зношення земляного полотна

проявляється за допомогою багатьох механізмів, створюючи значні проблеми для обслуговування та відновлення інфраструктури. Фізична деградація земляного полотна часто починається з надмірних коливань вмісту вологи, що призводить до змін об'єму ґрунтів і подальшого утворення деформацій. Так, понад 65% руйнувань земляного

полотна є результатом недостатньої несучої здатності та невідповідних умов ґрунту [1].

Сучасна будівельна практика в регіонах, що швидко розвиваються, стикається зі зростаючим тиском використання маргінальних ґрунтів і складних умов на місці. Близько 40% транспортних проектів стикаються з серйозними проблемами земляного полотна під час будівництва або на ранніх етапах експлуатації [2]. Відкладення м'якого ґрунту представляють особливі труднощі через високу стисливість, низьку міцність на зсув і значний потенціал осідання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми стійкості ґрунтів часто виникають у районах із потужним відкладенням глини, що характеризується високим вмістом води та низькою несучою здатністю. Лабораторні дослідження зразків ґрунту з таких регіонів вказують на те, що показники міцності на зсув недренованого типу часто падають нижче прийнятих порогів, придатних для підтримки інфраструктури. Інженерні властивості проблемних ґрунтів зазвичай демонструють вміст рідини, що перевищують 50%, а показники пластичності вище 30, що робить звичайні методи стабілізації неадекватними.

Кліматичні фактори суттєво впливають на стабільність земляного полотна, особливо в регіонах, де спостерігаються чіткі сезонні коливання. Цикли замерзання-відтавання та інтенсивні опади створюють складні проблеми для підтримки стабільності земляного полотна [3].

Нищівними для земляного полотна і ґрунтів в цілому є наслідки ведення військових дій Росією в Україні. У результаті вибухів, обстрілів, пожеж, під час спорудження фортифікаційних споруд, пересування особового складу та військової техніки тощо відбуваються руйнування структури та деформації ґрунтів, такі як зсуви шарів ґрунту, ущільнення, пошкодження або знищення гумусового шару, заболочування, засмічення території продуктами бойової діяльності.

Пошкодження ґрунтів унаслідок застосування різноманітних систем зброї та важкої військової техніки спричиняють, насамперед, зміну їх фізичних властивостей. Одним із основних проявів фізичного порушення є переущільнення ґрунту. Також небезпечним є і вібраційний вплив – імпульси від вибухів боєприпасів та від стрільби з різних систем зброї. Вібрація, що передається у ґрунті, викликає його ущільнення, витискання води, просідання поверхні, утворення порожнин та зміни мікрорельєфу [4].

Вибухова хвиля руйнує структуру ґрунтових горизонтів з утворенням котловану. При цьому формується бомбтурбація: ґрунт в місці удару турбулізується, переміщується із залишками токсичних вибухових речовин і металу, та ущільнюється. У воронці від вибуху відбуваються прискорені процеси вивітрювання та вилуговування [4].

Рух важких військової техніки спричиняє ущільнення ґрунту до $>1,4 \text{ г/см}^3$ [5-6]. Крім того, переміщення піших колон під час воєнних дій підвищує об'ємну щільність ґрунту (до 32% порівняно з контрольною ділянкою), знижує швидкість інфільтрації води (до 83%), зменшує надземну біомасу, підвищуючи сприятливість прогресуванню вітрової та водної ерозії [7-8].

Безперерйна робота об'єктів інфраструктури в складних техніко-геологічних умовах війни потребує підвищення надійності земляного полотна, а також несучої здатності фундаментів, на яких планується реконструкція, перебудова, будівництво або реконструкція цих об'єктів. Разом з тим, стабілізація деформацій слабких водонасичених глинистих ґрунтів відбувається дуже повільно і може займати десятиріччя [4, 9].

Довгострокові програми моніторингу задокументували прискорені темпи погіршення в районах, що зазнали екстремальних погодних умов, при цьому темпи осідання збільшувалися в 2-3 рази під час несприятливих погодних періодів. Розуміння погодних впливів стає вирішальним для розробки ефективних стратегій зміцнення земляного полотна [10].

Вимоги до технології покращення ґрунту значно відрізняються залежно від конкретних умов проекту та критеріїв ефективності. Критичні фактори, що впливають на вибір технології, включають тип ґрунту, стан ґрунтових вод, вимоги до навантаження та екологічні вимоги. Інженерні оцінки, проведені для багатьох інфраструктурних проектів, показують, що успішне зміцнення земляного полотна вимагає всебічного врахування як безпосередніх потреб у стабільності, так і довгострокових вимог до продуктивності. Дані моніторингу ефективності існуючої інфраструктури показують, що неналежним чином оброблені землі часто демонструють прогресуюче погіршення, що призводить до збільшення витрат на технічне обслуговування та скорочення терміну служби. Технологія буріння та змішування стає високо адаптивним рішенням для вирішення різноманітних завдань земляного полотна. Удосконалені методи змішування ґрунту демонструють високу ефективність в обробці проблемних ґрун-

тів на різних глибинах. Лабораторні дослідження в поєднанні з польовими випробуваннями встановили оптимальні параметри змішування для різних умов ґрунту, що дозволяє точно контролювати розвиток міцності та рівномірність його обробки. Останні технологічні інновації в змішувальному обладнанні та в'язучих агентах значно розширили можливості застосування [11].

Розвиток інфраструктури в міських районах створює додаткові складності через обмеження простору та потенційний вплив на прилеглі споруди. Традиційні методи поліпшення ґрунту часто виявляються непрактичними в замкнених просторах або на ділянках з наявними комунікаціями. Польові експерименти, що порівнюють різні методи зміцнення, демонструють переваги технології свердління-змішування з точки зору мінімальної вібрації, зменшення ефекту зміцнення та розширення можливостей контролю якості [1].

Екологічні стандарти все більше впливають на вибір технології для проектів поліпшення ґрунту. Методи буріння та змішування пропонують значні переваги завдяки зменшенню вимог до земляних робіт і мінімальному утворенню відходів порівняно з традиційними методами заміни. Оцінка впливу на навколишнє середовище вказує на нижчі вуглецеві сліди та зменшення руйнування місцевих екосистем при використанні методів буріння та змішування. Інтеграція екологічно чистих матеріалів і оптимізація композицій зв'язуючих агентів додатково покращує екологічні показники, зберігаючи технічну ефективність.

Для забезпечення ефективного впровадження технології буріння-змішування найважливішим залишається контроль якості. Удосконалені системи моніторингу, що містять можливості збору та аналізу даних у реальному часі, дозволяють точно контролювати параметри змішування та однорідність обробки. Програми польової перевірки з використанням різних методів тестування, включаючи відбір проб керна, тестування на місці та геофізичні дослідження, забезпечують комплексну оцінку ефективності лікування. Розробка стандартизованих процедур контролю якості на основі великого польового досвіду забезпечує послідовне досягнення проектних цілей [12].

Економічний аналіз різних альтернатив поліпшення ґрунту демонструє переконливі переваги технології буріння-змішування в багатьох сферах застосування. Порівняння вартості, що включає як прямі витрати на будівництво, так і довгострокові вимоги до обслуговування, демонструє перевагу рішенням буріння та змішування, особливо

для проектів із складними умовами ґрунту або обмеженням доступу. На значну потенційну економію вказує оцінка витрат протягом життєвого циклу завдяки зменшенню вимог до технічного обслуговування та подовженню терміну служби обробленого земляного полотна.

Механічні властивості обробленого ґрунту демонструють значні покращення при застосуванні методу буріння та змішування. Програми лабораторних випробувань, які проводяться у великих науково-дослідних установах, демонструють значне підвищення міцності на необмежений стиск, зазвичай коливається від 1,0 МПа до 5,0 МПа залежно від типу ґрунту та параметрів обробки. Параметри міцності на зсув демонструють помітне підвищення, при цьому кути тертя збільшуються на 10-15 градусів, а значення коефіцієнтів покращуються в 3-5 разів. Комплексні програми тестування підтверджують довгострокову стабільність приросту міцності з мінімальним погіршенням, що спостерігається протягом тривалих періодів моніторингу. Моніторинг польових характеристик ґрунту демонструє високу стійкість земляного полотна, зміцненого за допомогою технології буріння та змішування. Вимірювання осідання на численних ділянках з різними типами ґрунтів вказують на зменшення загальної величини осідання на 60-80% порівняно зі звичними умовами. Дані довгострокового моніторингу, зібрані з різних інфраструктурних проектів, демонструють постійне покращення продуктивності, при цьому оброблені ділянки зберігають стабільність за різноманітних умов навантаження та впливу навколишнього середовища [13].

Умови ґрунтових вод також значно впливають на стійкість земляного полотна та ефективність обробки. Дослідження, проведені в різних геологічних умовах, встановлюють кореляції між коливаннями ґрунтових вод і продуктивністю земляного полотна. Особливу ефективність у вирішенні проблем, пов'язаних із підземними водами, демонструє технологія буріння та змішування шляхом створення захисних екранів із низькою проникністю та покращення структури ґрунту. Польові вимірювання вказують на суттєве зниження гідравлічної провідності, як правило, до 10^{-6} ... 10^{-8} м/с після обробки, що вказує на ефективне обмеження міграції вологи та пов'язаних із цим проблем стабільності.

Вибір матеріалу для буріння та змішування вимагає ретельного розгляду багатьох факторів, що впливають на ефективність стабілізації ґрунту. Рекомендації щодо оптимізації компонентів

суміші з різними комбінаціями зв'язуючих агентів можливі на основі врахування конкретних умов ґрунту та вимог до продуктивності. Дослідження хімічної сумісності між мінералами ґрунту та в'язкими речовинами дозволяють передбачити характеристики довгострокової стабільності та довговічності ґрунту. Підвищену продуктивність та екологічну стійкість забезпечує розроблені інноваційні зв'язуючі агенти [14].

Дослідження, проведені в різних кліматичних умовах, встановили вплив температури навколишнього середовища на збільшення міцності. Лабораторні дослідження, доповнені польовими спостереженнями, вказують на доцільність коригування графіків будівництва та проектів сумішей з урахуванням сезонних коливань. Для досягнення оптимального розвитку міцності необхідно здійснювати контроль температури протягом початкових періодів затвердіння [1]. Крім того, польові випробування демонструють важливість підтримки постійної швидкості проникнення та швидкості обертання для досягнення однакових результатів обробки [15].

Просторова мінливість ґрунтових умов вимагає адаптивного планування та впровадження обробки. Встановити відповідні параметри обробки для різних зон проектних територій допомагає статистичний аналіз властивостей ґрунту. Впровадження систем моніторингу в режимі реального часу дозволяє коригувати параметри обробки на основі реальних умов, що виникають під час будівництва [16].

Постановка завдання. Метою дослідження є встановлення залежності впливу технологічних параметрів бурозмішувальної технології на якість стабілізації ґрунту.

Виклад основного матеріалу. Збільшення міцності ґрунту з урахуванням вмісту в'язучого компоненту та енергії змішування. Вирішальну роль у підтримці продуктивності інфраструктури відіграють механізми раннього

виявлення пошкоджень земляного полотна. Завчасно виявляти потенційні проблеми дозволяє розробка систем моніторингу, що включають різні сенсорні технології. Інтеграція можливостей дистанційного зондування з традиційними підходами до моніторингу забезпечує повне покриття оброблених територій.

Взаємозв'язки між механічними властивостями, параметрами обробки та характеристиками продуктивності забезпечують ефективність обробки ґрунту та реалізації проекту зміцнення, а також визначення емпіричних співвідношень для аналізу тестових даних. У табл. 1 наведена кореляція між параметрами обробки та міцністю R для різних типів ґрунту. Випробування на міцність на одновісне стискання (UCS) здійснюється протягом 28 днів для визначення міцності на стискання зразка ґрунту при одновісному навантаженні [17].

Ефективність обробки значною мірою залежить від належного контролю параметрів конструкції на етапах впровадження. Завдяки систематичному аналізу даних польових досліджень встановлено взаємозв'язки між робочими параметрами технології бурозмішувальної технології укріплення нестійких ґрунтів та досягнутими результатами, що важливо при розробці програм контролю якості (Табл. 2) [18-19]. Сучасне будівельне обладнання, що включає автоматизовані системи моніторингу, дозволяють точно контролювати критичні параметри протягом усього процесу укріплення ґрунту [1].

Нами досліджено вплив технологічних параметрів на якість стабілізації ґрунту. Тестування було зосереджено на зміцненні м'яких глинистих відкладень. Основним зв'язуючим агентом слугував портландцемент типу I, доповнений меленим гранульованим доменним шлаком у пропорціях 20-40% від загального вмісту в'язучого.

Аналіз числових даних власних польових випробувань і програми моніторингу оброблених

Таблиця 1

Кореляція між параметрами обробки за бурозмішувальною технологією та розвитком міцності ґрунтів

Тип ґрунту	Вміст води (%)	Вміст зв'язуючого компоненту (%)	Енергія змішування (кН·м/м³)	R (МПа) 28-денний UCS
М'яка глина	35-45	15-20	800-1000	1,2-2,0
Мулиста глина	25-35	12-18	600-800	1,8-2,5
Піщана глина	20-30	10-15	500-700	2,0-3,0
Органічний ґрунт	40-60	18-25	1000-1200	0,8-1,5
Морська глина	50-70	20-28	1200-1500	1,0-1,8

Критерії продуктивності та параметри контролю якості для різних конструкцій

Тип конструкції	Необхідна міцність (МПа)	Максимальне осідання (мм)	Коефіцієнт однорідності	Метод контролю якості
Земляне покриття шосе	1,5-2,5	50	>0,85	Core Sampling + CPT
Земляні полотна залізниці	2,0-3,0	30	>0,90	Геофізичний + SPT
Портові структури	2,5-3,5	40	>0,88	Тест навантаження пластини
Тротуари аеропорту	2,8-4,0	25	>0,92	Окремі методи
Промислові покриття	1,8-2,8	35	>0,87	NDT + CoreTests

грунтів дозволив встановити систематичні закономірності в поведінці та продуктивності ґрунтово-цементної суміші. Проведено випробування протягом 28 днів для визначення міцності зразка ґрунту при одновісному навантаженні. Коефіцієнт ефективності впровадження досяг 865,7, розрахований на основі обробки 153 000 м³ протягом 180 днів з кінцевою міцністю 3,1 МПа проти необхідних 2,8 МПа, що вказує на ефективне використання ресурсів при 92% ефективності витрат (Рис. 1).

Розвиток міцності продемонстрував послідовне прогресування від початкових значень до 3,1 МПа через 28 днів і 3,8 МПа через 90 днів, з граничним потенціалом міцності 4,2 МПа та параметром швидкості розвитку 0,045 на день. Загальна деформація при цьому досягла 0,93%, що включає еластичну (0,12%), пластичну (0,28%) деформації, деформацію повзучості (0,35%) та усадку ґрунту (0,18%).

Висновки. На основі експериментальних досліджень встановлена кореляція між параметрами обробки за барозмішувальною технологією (вміст зв'язуючого компоненту (%), енергія змішування) та розвитком міцності різних типів ґрунтів.

Досліджено вплив технологічних параметрів на якість стабілізації ґрунту. Тестування було зосереджено на зміцненні м'яких глинистих відкладень. Основним зв'язуючим агентом слугував портландцемент типу I, доповнений меленим гранульованим доменним шлаком у пропорціях 20-40% від загального вмісту в'язуючого компоненту.

Аналіз числових даних польових випробувань і програми моніторингу оброблених ґрунтів дозволив встановити систематичні закономірності в поведінці та продуктивності ґрунтово-цементної суміші. Коефіцієнт ефективності впровадження досяг 865,7, розрахований на основі

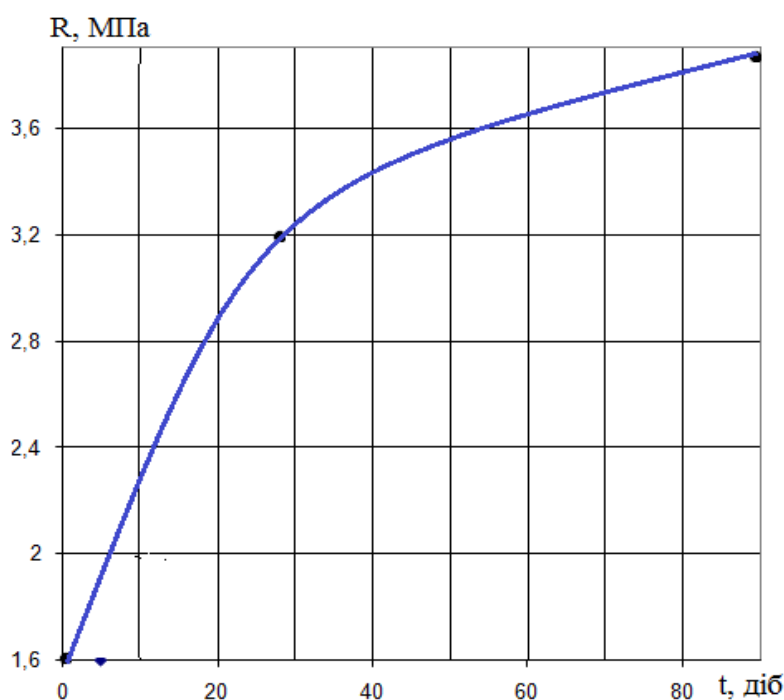


Рис. 1. Залежність міцності R від часу t після впровадження бурозмішувальної технології

обробки 153000 м³ протягом 180 днів з кінцевою міцністю 3,1 МПа проти необхідних 2,8 МПа, що вказує на ефективне використання ресурсів при 92% ефективності витрат.

Результати роботи можуть бути використані при укріпленні основ споруд з урахуванням залежності вмісту в'язучого компонента та енергії змішування від типу ґрунту основи.

Список літератури:

1. Paul E.L., Atiemo-Obeng V.A. and Kresta S.M. Handbook of Industrial Mixing Science and Practice. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, 2004. P. 543–584.
2. Elliott R.P., Dennis N.D. and Qiu Y. Permanent Deformation of Subgrade Soils. Mack-Blackwell Transportation Center, 1998. 216 p.
3. Remez N., Dychko A., Kraychuk A., Kraychuk S., Ostapchuk N. The Influence of the Thermal Effect on the Stress-Strain State of the Soil. *Latvian journal of physics and technical sciences*. 2023. 60, N4. P. 52–60.
4. Голубцов О., Сорочіна Л., Сплідитель А., Чумаченко С. Вплив війни росії проти України на стан українських ґрунтів [Електронний ресурс]. ГО «Центр екологічних ініціатив «Екодія», 2023. 32 с. URL: <https://ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2023/03/zabrudnennia-zemel-vid-rosii.pdf>. (дата звернення: 22.01.2025).
5. Reyes M. R., Raczowski C. W., Reddy G. B., Gayle G. A. Effect of wheel traffic compaction on runoff and soil erosion in no-till. *Applied Engineering in Agriculture*. 2005. 21(3). P. 427–433.
6. Broomandi P., Guney M., Kim J. R., Karaca F. Soil contamination in areas impacted by military activities: a critical review. *Sustainability*. 2020. 12(21). P. 9002.
7. Whitecotton R., David M., Darmody R., Price, D. Impact of foot traffic from military training on soil and vegetation properties. *Environmental management*. 2000. 26(6). P. 697–706.
8. Пліско І. В., Романчук К. Ю., Криlach С. І. Вплив збройної агресії на ущільнення орних ґрунтів. *Ґрунтовий покрив України в умовах воєнних дій: стан, виклики, заходи з відновлення: збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції* (Харків, 5 грудня 2023 р.). [Електронне видання]. Харків: ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського», 2023. 86 с.
9. Балашова Ю. Б., Дем'яненко В. В., Усиченко О. Ю., Тиквенко, П. А., Балашов А. О. Підвищення несучої здатності слабких водонасичених глинистих основ земляного полотна автомобільних доріг. *Український журнал будівництва та архітектури*. 2023. 4(016). С. 7–16.
10. Hezentsvei Yu., Bannikov D. Effectiveness Evaluation of Steel Strength Improvement for Pyramidal-Prismatic Bunkers. *Eureka: Physics and Engineering*. 2020. 2(27). 30–38.
11. Fort I., Jirout T. A study on blending characteristics of axial flow impellers. *Chemical and Process Engineering*. 2011. 32(4). 311–319.
12. Kamel J.M., Yigit A.S. Modeling and analysis of stick-slip and bit bounce in oil well drillstrings equipped with drag bits. *J Sound Vib*. 2014. 333(25). 6885–6899.
13. Kalivoda J., Bauer P. Mechatronic Bogie for Roller Rig Tests: *Proc. of the 24th Symposium of the Intern. Association for Vehicle System Dynamics (IAVSD 2015) (17.08–21.08.2015)*. 2015. Graz, Austria. CRC Press
14. Hacıislamoglu M., Cartalos U. Practical Pressure Loss Predictions in Realistic Annular Geometries: *Proc. of the 69th SPE Annual Technical Conference and Exhibition*. SPE, ed. New Orleans, 1994. P. 28304.
15. Bjørkevoll K.S., Rommetveit R., Aas B., Gjerdalstveit H., Merlo A. Transient gel breaking model for critical wells applications with field data verification: *SPE/IADC Drilling Conference*. 2003, Amsterdam, The Netherlands.
16. Ігнатов А.О., Гартман В.В. Деякі уточнюючі відомості щодо визначення умов очищення стовбура свердловини: *Матеріали III Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених* (Дніпропетровськ, 29 березня 2012 року). Д.: Державний ВНЗ «НГУ», 2012. С. 18–20.
17. ДСТУ-Н Б В.1.1-37:2016. Настанова щодо інженерного захисту територій, будівель і споруд від зсувів та обвалів.
18. Parafilov V.I., Amangeldykyzy A., Portnov V.S., Kopobayeva A., Maussymbayeva A.D. Geochemical specialization of the Shubarkol deposit coals. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2020. 5. 5–10.
19. Сейсмiка. URL: <https://seismika.com>. (дата звернення: 22.01.2025).

Remez N.S., Dychko A.O., Lu Sini, Minaieva Yu.Yu. RECOVERY OF BOMBTURATIONS AND UNSTABLE SOILS BY DRILLING MIXING TECHNOLOGY

The study provides an analysis of the causes of soil instability associated with man-made loads and military actions. The relevance of the study lies in the need to restore the destroyed subgrade, as well as the development of the country's transport infrastructure under modern conditions. Strengthening the subgrade requires comprehensive consideration of both immediate stability needs and long-term performance requirements. Monitoring data on the effectiveness of existing infrastructure show that improperly processed

soils often show progressive deterioration, which leads to increased maintenance costs and reduced service life. Drilling and mixing technology is becoming a highly adaptive decision for solving various subgrade problems. Technological innovations in mixing equipment and binding agents demonstrate high efficiency in processing and increasing the strength of problematic soils. The paper defines the correlation between processing parameters using drilling and mixing technology and the development of soil strength. Performance criteria and quality control parameters for various structures are given. The analysis of numerical data from the own field tests to determine the strength of a soil sample under uniaxial loading and the results of the monitoring program for treated soils allows to establish systematic patterns in the behavior and performance of the soil-cement mixture. The main binding agent was Portland cement type I, supplemented with ground granulated blast furnace slag in proportions of 20-40% of the total content of the binder component. The mechanical properties of the treated soil demonstrate significant improvements when using the drilling and mixing method. The results of the work are recommended for use to increase soil strength and strengthen the foundations of structures, taking into account the dependence of the content of the binder component and mixing energy on the type of base soil.

Key words: soils, strength, drilling and mixing technology, Portland cement.