

УДК 624.131

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.148.2014.70932>

ЗАСТОСУВАННЯ АКТИВНОГО МУЛУ СТАНЦІЙ БІОЛОГІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ ДЛЯ СТАБІЛІЗАЦІЇ ҐРУНТІВ

Канд. техн. наук Л.В. Трикоз, інж. В.Ю. Савчук

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АКТИВНОГО ИЛА СТАНЦИЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ГРУНТОВ

Канд. техн. наук Л.В. Трикоз, инж. В.Ю. Савчук

USING OF ACTIVATED SLUDGE OF BIOLOGICAL TREATMENT PLANT FOR SOIL STABILIZATION

Cand. of techn. sciences L.V. Trykoz, eng. V.U. Savchuc

У статті розглянуто можливість застосування активного мулу станцій біологічного очищення для стабілізації нестійких ґрунтів в основах будівель та споруд. Активний мул накопичується на полях навколо міст на великій площі, погіршуючи екологічне середовище. У результаті проведених досліджень встановлено, що введення в ґрунтовий матеріал 50 % активного мулу призводить до збільшення міцності зразків і вирішує проблему його утилізації.

Ключові слова: активний мул, ґрунт, міцність, зв'язуюче.

В статье рассмотрена возможность применения активного ила станций биологической очистки для стабилизации неустойчивых грунтов в основаниях зданий и сооружений. Активный ил накапливается на полях вокруг городов на большой площади, ухудшая экологическую среду. В результате проведенных исследований установлено, что введение в грунтовый материал 50 % активного ила приводит к увеличению прочности образцов и решает проблему его утилизации.

Ключевые слова: активный ил, грунт, прочность, связующее.

The possibility of using activated sludge of biological treatment plants for stabilization of unstable soils in the grounds of structures and buildings is discussed. Activated sludge accumulates on the fields around the cities on a large area. It leads to worsening ecological environment. As a result of the research the strength-quantity relation is got as a function of activated sludge's quantity. It is found that the introduction of 50% of the activated sludge in soil material leads to increase the strength. Also this way solves the problem of its disposal. Low strength of samples at a deviation amount of activated sludge from 50% can be explained in terms of the optimal structure of dispersive system. The formation of the optimal structure means that the distance between the larger particles must be equal to diameter of smaller particles. The interaction between particles of different sizes is provided by attraction of oppositely charged ions on the surface.

Keywords: activated sludge, soil, strength, binder.

Вступ. У теперішній час у світовій практиці накопичено певний досвід поліпшення властивостей ґрунтів для їх подальшого використання шляхом введення неорганічних або органічних закріплюючих компонентів. Виходячи з економічних міркувань найбільше застосування в будівельній практиці матимуть композиційні матеріали на основі ґрунтів, у яких дефіцитні і відносно дорогі в'язучі та добавки до них використовуються в мінімальних обсягах, а

основну частину складають ті чи інші відходи і побічні продукти промислових підприємств. Одним з таких відходів є активний мул станцій біологічного очищення, проблема утилізації якого є досить актуальною для великих міст.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Стабілізація ґрунта – це фізичне і хімічне змінення ґрунту для покращення його фізичних властивостей. Стабілізація й укріплення

збільшує міцність ґрунта, тим самим покращує несучу здатність ґрунтового матеріалу. У залежності від технології обробки ґрунтів розрізняють два напрямки:

1) ін'єкційне хімічне закріплення, під час якого реагенти у вигляді розчинів або газів уводяться в ґрунти в умовах їх природного залягання і без порушення їх структури, нагнітанням під тиском;

2) бурозмішувальне закріплення ґрунтів, яке здійснюється з порушенням їх природної структури механічним перемішуванням ґрунтів з в'язучими або іншими реагентами і добавками, із застосуванням спеціальних механізмів.

Використання відомих розчинів на цементній основі в поєднанні з традиційними хімічними і мінеральними добавками не забезпечує в ряді випадків високу якість робіт при закріпленні ґрунтів. Актуальним є можливість при такій обробці використовувати нетрадиційні матеріали, в т.ч. побічні продукти і відходи різних галузей промисловості, і заміна до 90% цементу високої собівартості. Широко використовуються відходи коксохімічних виробництв для просочення поверхні ґрунтів, для знепилювання, запобігання сповзання або росту рослинності, попереднього ущільнення. На залізницях, за матеріалами [1], застосовують розпорошення бітумної емульсії, каніфольного сульфатного мила, талової олії, жирового гудрону, стеарину, асидол-милонафта, соапстоку, полімерів каніфольно-екстракційного виробництва, госиполової смоли (бавовняний гудрон), сульфатно-спиртової барди, деревної смоли, лужних витравок, газойльового контакту, сланцевої газогенераторної смоли, сирих важких нафт. Штучне закріплення ґрунтів шляхом обробки їх синтетичними смолами знаходить все більш широке застосування в різних видах будівництва [2]. Значного інтересу для залізничного транспорту набуває хімічне закріплення ґрунтів при проведенні робіт з оздоровлення земляного полотна на обдимальних ділянках, так як дозволяє відмовитися від цілого ряду складних, трудомістких і дорогих робіт, що вимагають тривалих перерв у русі поїздів або його обмеження. З технологічної точки зору введення розчинів хімічних реагентів може бути виконано шляхом перемішування, поливу або нагнітання [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналізуючи попередні дослідження із стабілізації ґрунтів і вибору реагентів чи добавок можна зробити висновки, що існуючі методи поки ще є недостатньо ефективними, головним чином через складність визначення кількості реагенту чи добавки, способу їх дозування, обробки ґрунта та складність протікання процесів на поверхні глинистих частинок ґрунту [4]. Основний вплив на результат стабілізації ґрунта має відносна вологість, число пластичності, коефіцієнт фільтрації, пористість, ступінь подрібненості [5, 6, 7]. У залежності від цих показників визначається реагент чи добавка та їх оптимальна кількість. Так, згідно з [8], супіски важкі пилюваті, суглинки легкі і легкі пилюваті з числом пластичності до 12 допускається зміцнювати без внесення гранулометричних добавок органічними в'язучими (крім карбамідоформальдегідних смол) з добавкою вапна або інших активних і поверхнево-активних речовин. Глинисті ґрунти з числом пластичності більше 12 до введення в ґрунт в'язучих матеріалів необхідно подрібнити до необхідного ступеня роздрібнення. Відносна вологість глинистих ґрунтів при цьому повинна складати від 0,3 до 0,4 вологості на межі текучості. Для зміцнення бітумними емульсіями придатні суглинки важкі і важкі пилюваті з числом пластичності не більше 15. Суглинки з числом пластичності більше 15 слід зміцнювати бітумними емульсіями після введення в ґрунт гранулометричних добавок (пісків гравелистих, великих, середньої крупності або відходів каменедробіння) і вапна. Кількість цих добавок призначають в межах від 25 до 50 % маси ґрунту [8].

Для підвищення міцнісних характеристик ґрунта, легкості дозування, обробки та вирішення проблеми утилізації активного мулу слід розглянути можливість його застосування замість хімічних та синтетичних реагентів та добавок. Активний мул – це продукт біологічного очищення промислових стічних вод і є коллоїдно-дісперсною системою, яка складається з комплексу мікроорганізмів з адсорбованими на них органічними і неорганічними речовинами [9]. На відміну від хімічних та синтетичних реагентів до хімічного складу активного мулу входить від 30 до 50 % білку, що дозволяє застосовувати його як

зв'язуюче ґрунтових матеріалів з метою підвищення їх міцності. Білки містять функціональні групи $-\text{COOH}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{OH}$, які взаємодіють з гідроксильними групами, розташованими на поверхні глинистих частинок з утворенням просторової структури [7]. Відмінною рисою стабілізації ґрунта активним мулом у порівнянні з іншими речовинами є використання органічного матеріалу, принцип дії якого на ґрунт полягає в заміщенні іонів в гідратній оболонці на поверхні глинистих частинок ґрунту. У звичайному стані частинки ґрунту утримуються силами електричної взаємодії, за рахунок яких на поверхні частинок утворюються шари з негативно заряджених іонів, які визначають їх здатність до змочування [5]. Після заміни аніонів OH^- на поверхні частинок ґрунту молекулами стабілізатора шар стабілізованого ґрунту набуває підвищену щільність, додаткову міцність, що робить можливим поліпшення

несучої здатності ґрунтових матеріалів. Вказані процеси і реакції перетворюють ґрунт, у результаті чого виникає ґрунтовий матеріал з новими будівельними властивостями.

Метою досліджень було визначення оптимальної кількості активного мулу, яку можна додати в ґрунт для його стабілізації і підвищення міцносних характеристик. Крім того, застосування активного мулу вирішує проблему його утилізації замість накопичування на мулових полях фільтрації навколо міст.

Основний матеріал експериментальних досліджень. Для досягнення мети було досліджено залежність міцності ґрунтових матеріалів від вмісту в них активного мулу, який змінювався від 5 до 50 %. Із суміші глини, води й активного мулу були виготовлені зразки розмірами $4 \times 4 \times 4$ см, які, після витримання в нормальних умовах протягом 7 днів, було випробувано на міцність при стиску (рис. 1).



Рис. 1. Зразки ґрунтового матеріалу для випробувань на міцність

У результаті випробувань встановлено, що найбільшу величину міцності (3,45 МПа) мають зразки із вмістом активного мулу 50 % (рис. 2). Отримані попередні результати дають

підґрунтя припустити добру зв'язуючу здатність білкової складової активного мулу та його перспективну утилізацію як стабілізатора ґрунту.

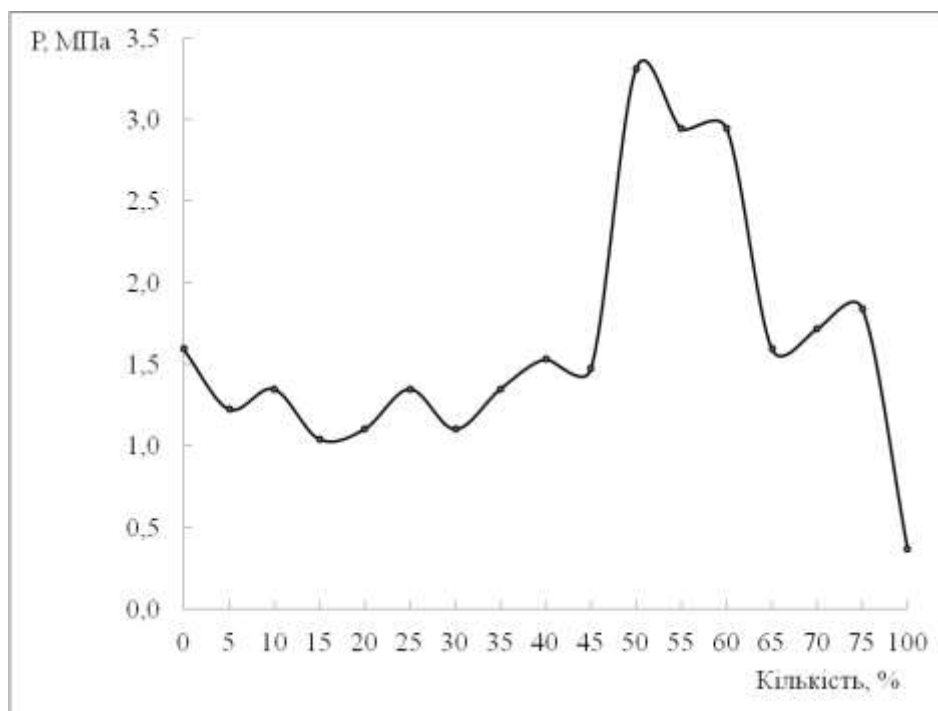


Рис. 2. Залежність міцності зразків від кількості активного мулу

Низька міцність зразків при відхиленні кількості активного мулу від оптимальної у 50 % може бути пояснена з точки зору забезпечення оптимальної структури тверднучих систем [10]. Грунт і активний мул є дисперсними системами, розмір частинок яких коливається в межах від 1 мкм до 1 мм. У випадку утворення оптимальної структури відстань між більш крупними частинками повинна дорівнювати діаметру менш крупних частинок. При цьому контакти між частинками різних розмірів забезпечуються притяганням протилежно заряджених іонів на поверхні. Підтвердження висунутої гіпотези вимагає проведення подальших експериментів.

Висновки з даних досліджень та перспективи подальших досліджень. У результаті проведених випробувань визначено оптимальну кількість активного мулу, що дозволяє збільшити міцнісні характеристики ґрунтів. Отримані результати вказують на достатню зв'язуючу здатність білкової складової активного мулу та його перспективну утилізацію як стабілізатор ґрунту. Планується впровадження отриманих результатів для підвищення несучої здатності ґрунтів в основі низької пасажирської платформи, а також дослідження можливих проблем, що виникнуть при відпрацюванні нової технології закріплення ґрунтів.

Список використаних джерел

1. Рекомендации по закреплению подвижных песков на железных дорогах вяжущими веществами и механической защитой из сборных элементов [Текст]: утв. ЦП МПС 13.04.1984. – М.: Транспорт, 1985. – 30 с.
2. Крюков, Б.Г. Расчеты радиуса распространения растворов синтетических смол при закреплении ґрунтов основной площадки железнодорожного земляного полотна [Текст] / Б.Г. Крюков // Закрепление и уплотнение ґрунтов в строительстве: тез. докл. на VII Всесоюз. научно-техн. совещ. – М.: Стройиздат, 1971. – С. 299-301.
3. Бойко, М.Д. Техническое обслуживание и ремонт зданий и сооружений [Текст]: учеб. пособие для вузов / М.Д. Бойко. – Л.: Стройиздат, 1986. – 256 с.
4. Ржаницын, Б.А. Химическое закрепление ґрунтов в строительстве [Текст] / Б.А. Ржаницын. – М.: Стройиздат, 1986. – 370 с.

5. Ржаницын, Б.А. Руководство по технологии физико-химического укрепления грунтов [Текст] / Б.А. Ржаницын, Л.И. Курденков. – М.: Стройиздат. 1977. – 64 с.
6. Караулова, А.М. Механика грунтов [Текст] / А.М. Караулова. – М.: Стройиздат, 2007. – 286 с.
7. Makusa, G.P. Soil stabilization methods and materials in engineering practice [Электронный ресурс] / G.P. Makusa. – Режим доступа: http://pure.ltu.se/portal/files/42050076/Soil_stabilization_methods_and_materials.pdf. – Загл. с экрана. (Дата обращения: 05.06.2014).
8. Ржаницын, Б.А. Пособие по химическому закреплению грунтов инъекцией в промышленном и гражданском строительстве [Текст] / Б.А. Ржаницын, Л.И. Курденков. – М.: Стройиздат, 1986. – 96 с.
9. Яковлев, С.В. Очистка производственных сточных вод [Текст] / С.В. Яковлев, Л.А. Карелин, Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов. – М.: Стройиздат, 1979. – 319 с.
10. Трикоз, Л.В. Исследование зависимости прочности цементно-водных составов для герметизации тоннелей от количества наполнителей [Текст] / Л.В. Трикоз, А.В. Никитинский, В.А. Лютый, С.Н. Стоян // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. 94. – С. 35-43.

Рецензент д-р техн. наук, професор А.А. Пługін

Трикоз Людмила Вікторівна, канд. техн. наук, доцент кафедри будівельних матеріалів, конструкцій та споруд Української державної академії залізничного транспорту. Тел. (057)730-10-68. E-mail: lvtrikoz@ukr.net.
Савчук Валентина Юрьевна, здобувач кафедри будівельних матеріалів, конструкцій та споруд Української державної академії залізничного транспорту. Тел. (057)730-10-63. E-mail: lov-75@mail.ru.

Trykoz Liudmyla, cand. of techn. sciences, associate professor Department Building Materials, Constructions and Structures Ukrainian State Academy of Railway Transport. Tel. (057)730-10-68. E-mail: lvtrikoz@ukr.net.
Savchuc Valentyna, aspirant Department Building Materials, Constructions and Structures Ukrainian State Academy of Railway Transport. Tel. (057)730-10-63. E-mail: lov-75@mail.ru.