

ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ І ХАРАКТЕРИСТИК РОБОЧОГО ОБЛАДНАННЯ З ГІДРОІМПУЛЬСНИМ ПРИВОДОМ ДЛЯ УКРІПЛЕННЯ СЛАБКИХ ҐРУНТІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Авторами виконано наукове дослідження відомих методів відновлення та підсилення ґрунтових масивів несучих основ будівель і споруд. В результаті цього дослідження встановлено, що найбільш перспективним методом підвищення міцності несучих основ є ін'єктування цементного чи іншого скріпного розчину під визначеним тиском. Ін'єкційний метод підсилення ґрунтових масивів має ряд суттєвих переваг у порівнянні з іншими методами, а саме: простота виконання робіт, гарантована надійність та міцність основ, можливість використання в будь-яких геологічних умовах. Проведений аналіз показав особливі переваги нового методу закріплення ґрунтових масивів, сутність якого полягає у додатковому накладенні на стаціонарний потік скріпного розчину створених періодичних імпульсів тиску.

Ключові слова : ін'єктор, ін'єкційне нагнітання розчину, методи відновлення та підсилення ґрунтових масивів, силікатизація, цементация

Annotation

The authors performed a scientific study of known methods of restoration and strengthening of soil massifs of bearing foundations of buildings and structures. As a result of this study, it was found that the most promising method of increasing the strength of load-bearing bases is the injection of cement or other fastening solution under a certain pressure. The injection method of soil reinforcement has a number of significant advantages over other methods, namely: ease of work, guaranteed reliability and strength of the foundations, the possibility of use in any geological conditions. The analysis showed the special advantages of a new method of fixing soil massifs, the essence of which is the additional imposition on the stationary flow of the binding solution of the created periodic pressure pulses.

Key words: injector, injection of solution, methods of restoration and strengthening of soil massifs, silicateization, cementation

Вступ

Актуальність проблеми. При тривалій експлуатації об'єктів, доріг, споруд, будинків, а також ряду інших причин можуть відбуватися зміни фізико-механічних властивостей ґрунтового масиву, утворюватись ослаблені, водопроникні, розуцільнені зони. Утворення розуцільнених зон в інженерній споруді або поблизу її, безумовно сприяє розвитку аварійних ситуацій. Для стабілізації масиву і запобігання аварійної ситуації необхідно перевести ослаблену, розуцільнену зону до її первісних властивостей.

В наш час існують різні технології із підсилення ґрунтових основ, як при реконструкції споруд, так і при новому будівництві. Кожна технологія має певний ряд переваг і недоліків. Значними недоліками окремих із цих технологій є обмежена можливість їх застосування лише у визначених діапазонах ґрунтових умов, а також відсутність чітких рамок їх застосування. Вибір методу підсилення повинен бути науково та економічно обґрунтований і забезпечувати надійну та безаварійну роботу фундаменту. Питанням ін'єкційного закріплення ґрунтів займались такі вчені: В.М. Марголін, А.Р. Ржаніцин, Е. Мааг, А.Н. Адамович, А. Камбефор, Т.С. Каранфілов А.А. Горбунов, Ю.А. Богомоллов, Д.В. Власов, М.Л. Зоценко, С.І. Головка та інші [1-3]. Однак розроблені рекомендації та отримані залежності авторів є не досить досконалыми в питаннях, які пов'язані із розповсюдженням технологічного розчину в товщі ґрунтового масиву, визначенням максимального радіусу та глибини нагнітання і потребують подальшого вивчення та уточнення. Необхідно ще також розв'язати ряд таких важливих питань як, наприклад: оптимальний час ін'єктування та визначення закономірностей зміни робочого тиску нагнітання при накладенні додаткового створених періодичних імпульсів тиску. Подібні питання на сьогоднішній день ще залишаються відкритими, а тому виникає

необхідність та є актуальним продовження дослідження процесів ін'єктування технологічних розчинів в ґрунтові масиви.

Ці обставини зумовлюють доцільність подальшого вдосконалення та розробки нової технології для інтенсифікації підсилення несучих основ споруд шляхом нагнітання твердіючих сумішей у ґрунтові масиви з використанням ін'єкційного устаткування. Одним з найбільш ефективних способів зміцнення основ фундаментів є гідроімпульсне ін'єкційне нагнітання технологічного розчину в основи під певним тиском за допомогою спеціальних пристроїв. З використанням ін'єкційного методу в даний час вирішується велике коло завдань механіки ґрунтів та фундаментобудування: підсилення ґрунтових основ; усунення їх просадних властивостей; підсилення фундаментів та зміна характеристик основи; стабілізація осідань будівель; влаштування протифільтраційних завіс тощо. Таким чином, подальша розробка нових технологій підсилення несучих основ споруд, зокрема, із використанням гідроімпульсного ін'єкційного устаткування та дослідження процесів пов'язаних з імпульсним нагнітанням розчинів, є актуальною проблемою.

Виклад основного матеріалу

Метою даної роботи є розроблення обладнання для гідроімпульсного ін'єктування цементуючих розчинів при закріпленні ґрунтових основ споруд.

Для досягнення поставленої мети були вирішені такі задачі:

- проводився аналіз відомих пристроїв та конструкцій для закріплення ґрунтових основ споруд;
- на основі здійсненого аналітичного огляду розроблено ряд нових принципових та конструктивних схем устаткування для закріплення ґрунтових основ споруд;
- розроблені теоретичні основи розрахунку параметрів процесу ін'єкційного закріплення ґрунтових основ із використанням запропонованого імпульсного устаткування;
- проведено експериментальну перевірку отриманих теоретичних результатів та виконати апробацію запропонованої технології на будівництві.

Об'єкт виконуваного дослідження – встановлення закономірностей процесів проникнення розчинів в пористі структури ґрунтових масивів, основи фундаментів, гірських порід, залізобетонних, бетонних та кам'яних конструкцій, що відбуваються при їхньому посиленні з використанням спеціального імпульсного ін'єкційного устаткування.

Предмет дослідження – обґрунтування впливу величини тиску та частоти повторюваності, асиметрії гідравлічних імпульсів нагнітання запропонованого ін'єкційного обладнання на зменшення сил тертя та збільшення проникності розчину при закріпленні ґрунтових основ споруд.

Ідея виконуваної роботи полягає у використанні нової технології підсилення та закріплення несучих основ споруд із використанням спеціального імпульсного ін'єкційного устаткування, яке дає змогу зменшити сили опору між середовищем та технологічним розчином, а як наслідок, зменшення в'язкості розчину та збільшення глибини проникності, що забезпечує збільшення активної площі фундаменту та підвищення його несучої здатності.

В результаті виконання наукових досліджень отримані такі результати:

1. Розроблено нові принципові і конструктивні рішення імпульсного ін'єкційного обладнання для практичного застосування при закріпленні ґрунтових основ споруд, яке відрізняється тим, що досягається зменшення коефіцієнтів внутрішнього та зовнішнього тертя при нагнітанні ін'єкційного розчину, завдяки накладенню додаткового імпульсного навантаження на потік ін'єкційного розчину.

2. Запропоновано математичну модель процесу розповсюдження потоку ін'єкційної рідини при її імпульсній подачі в ґрунтові основи споруд із використанням запропонованого устаткування, яка базується на застосуванні диференціальних рівнянь гідродинаміки течії ньютонівських рідин та конкретних граничних умов, що відповідають реальному фізичному процесу нагнітання.

3. Отримані критеріальні рівняння, що дозволяють визначити максимальну глибину проникнення технологічного струменя рідини з накладенням додаткового імпульсного навантаження, а також тривалість нагнітання порції технологічного розчину в ґрунт, в залежності від величини та частоти повторення гідравлічних імпульсів створюваних за допомогою запропонованого устаткування.

Висновки

1. Виконано огляд відомих способів, пристроїв та обладнання для підсилення ґрунтових основ. На підставі здійсненого огляду були запропоновані нові принципові та конструктивні рішення пристроїв для підсилення ґрунтових масивів.

2. Наведені рівняння по визначенню максимальної глибини проникнення розчину та отримані залежності, які дозволяють визначити радіус розтікання розчину в пористій структурі ґрунту.

3. Аналіз отриманих експериментальних зразків показав більшу ефективність насичення отриманих структур при гідроімпульсному нагнітання розчинів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабаскин Ю.Г. Укрепление грунтов инъектированием при ремонте автомобильных дорог / Ю.Г. Бабаскин // Под. ред. И.И. Леоновича – Мн.: УП «Технопринт», 2002. – 177 с. Монография.
2. Камбефор А. Инъекция грунтов. Принципы и методы / А. Камбефор; [пер. с фр. Р.В.Казаковой, В.Б.Хейфица]. – М.: «Энергия», 1971. – 333 с.
3. Каранфилов Т.С. Определения величины радиуса закрепления грунтов при постоянном коэффициенте фильтрации. // Гидротехническое строительство №1. – М.: Госэнергоиздат, 1951. – С.39-42.
4. Сбитнев А.В. Особенности устройства буронабивных свай при подаче бетонной смеси под давлением / А.И. Осокин, А.В. Сбитнев, С.В.Татаринов // Промышленное и гражданское строительство: научн.-техн. и произв. журнал. – М., 2006. – №9. – С.65-66.
6. Бадьора Н.П. Порівняльний аналіз методів відновлення та підсилення ґрунтових масивів несучих основ споруд / Бадьора Н.П., Коц І.В. // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2013. – № 4. – С. 61-64.
7. Патент на корисну модель № 54122 У Україна, МПК₈ E02D 3/12, E21B 43/20, E21D 20/00. Установка імпульсної дії для нагнітання сумішей в ґрунтовий масив / Коц І.В., Бадьора Н.П.; заявник та власник патенту Вінницький національний технічний університет – u201005469; заявл. 05.05.2010; опубл. 25.10.2010 - Бюл. №20.
8. Патент на корисну модель № 81613 У Україна, МПК₈ E02D 5/46. Ін'єктор для закріплення несучих основ споруд / Коц І.В., Бадьора Н.П.; заявник та власник патенту Вінницький національний технічний університет – u201214112; заявл. 11.12.2012; опубл. 10.07.2013 - Бюл. №13.
9. Патент на корисну модель № 83367 У Україна, МПК₈ E02D 3/12. Спосіб корегування нерівномірності просідань під будівлями та спорудами на плитному фундаменті / Коц І.В., Бадьора Н.П.; заявник та власник патенту Вінницький національний технічний університет – u201300763; заявл. 22.01.2013; опубл. 10.09.2013 - Бюл. №17.
10. Патент на корисну модель № 81614 У Україна, МПК₈ E02D 3/12. Спосіб закріплення схилів ін'єкцією / Коц І.В., Гамеляк І.П., Бадьора Н.П.; заявник та власник патенту Вінницький національний технічний університет – u201214113; заявл. 11.12.2012; опубл. 10.07.2013 - Бюл. №13.

Трубаєнко Андрій Анатолійович - аспірант кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: trubaenko@i.ua

Бадьора Наталя Петрівна - аспірант кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: natasha-badora@gmail.com

Коц Іван Васильович, кандидат технічних наук, професор кафедри інженерних систем у будівництві, Факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: ivan.kots.2014@gmail.com

Trubaenko Andriy A., graduate student of the Department of Engineering Systems in Construction, Faculty of Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, email: trubaenko@i.ua

Badiora Natalya P., graduate student of the Department of Engineering Systems in Construction, Faculty of Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, email: natasha-badora@gmail.com

Kots Ivan V., PhD, professor of of the Department of Engineering Systems in Construction, Faculty of Civil Engineering, Thermal Power Engineering and Gas Supply, Vinnytsia national technical university, Vinnytsia city, email: ivan.kots.2014@gmail.com