

УДК: 624.131.3

Бакайкин Николай Викторович
студент магистратуры
кафедры «Общего строительства»,
Казахская Головная Архитектурно Строительная Академия ,
Казахстан, г. Алматы

РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И АНАЛИТИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТА АРМИРУЮЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Аннотация: В статье рассматриваются виды закрепления грунтов, химический метод закрепления. Проведен расчет на конструкцию дорожной одежды с применением химического метода закрепления грунтов.

Ключевые слова: физический метод, механический метод, химический метод, силикатизация, смолизация, цементация, битумизация.

Bakaikin Nikolai Viktorovich
Master student
Pulpit «Faculty of General Construction»,
Kazakh Leading Academy of Architecture and Civil Engineering,
Kazakhstan, Almaty

THE RESULTS OF THEORETICAL AND ANALYTICAL EXPERIMENTS OF GROUND MOUNTING BY REINFORCEMENT ELEMENTS

Annotation: The article discusses types of soil consolidation, the method of chemical fixation. The calculation is made for the construction of the sidewalk using the chemical method of fixing the soil.

Keynads: physical method, mechanical method, chemical method, silicization, resinization, cementation, bitumenization.

Для того чтобы повысить несущую способность грунтов существует достаточно способов искусственного их закрепления. Это физические, механические и химические. К физическим относится укрепление грунта с помощью физических на него воздействий; к механическим – размещение в грунт свай, армирующих элементов; к химическим – улучшение прочности грунта с помощью инъекции в них растворов.

При более подробном рассмотрении физического метода, разделяются на термическое закрепление, замораживание и оттаивание, электроосмос и искусственное понижение грунтовых вод. К механическому методу относят уплотнение, использование волокнистых материалов, набивные сваи. Химическому: силикатизация, смолизация, струйная цементация, укрепление по плоскости, битумизация [1] (Рис.1).

Применение одного из методов закрепления, обуславливается исходя из района строительства, какой вид грунтов в месте застройки, а также возможности исполнения того или иного метода.



Рис.1 – Методы усиления грунтов

Закрепление грунта химическим способом - процесс проникновения химического реагента в грунтовые поры, для сцепления с его минеральными частицами. Химический метод самый популярный в наше время. Основные достоинства метода заключается в его экономичности, высокая прочность [2].

Рассматривая химический метод закрепления грунтов, имеются разновидности работ по рекомендуемым условиям грунтов, а также экономической целесообразности работ (Табл.1) [3].

Химические методы усиления грунтов

Табл.1

Название метода	Разновидность	Рекомендуемые грунтовые условия	Преимущества/ Недостатки
Силикатизация	Одно-растворная	Пески, пылеватые пески (пльвуны), лессовые, просадочные грунты	Надежность, долговечность, экономичность. Отсутствие воздействия агрессивных сред/ Ограничение во влажности грунта
	Двух-растворная		Экономия времени, высокая прочность, более однородный массив (по сравнению с однорастворной)/ Ограничение во влажности грунта
	Газовая		Укрепление за короткий промежуток времени/ Повышенные экономические затраты
Смолизация	Однорастворная, двухрастворная	Песчаные (средние, мелкие, пылеватые), лессовые грунты	Высокая прочность, быстрый набор прочности. Устойчивость грунта к действию агрессивных сред/ Выделение карбамидными смолами токсичного формальдегида
Использование энзимов	-	Глинистые грунты	Экономия затрат на этапах строительства и эксплуатации/ Отсутствие нормативов, малая изученность метода
Струйная цементация	Однокомпонентная, двухкомпонентная, трехкомпонентная	Гравелистые, крупные и среднезернистые пески, глины	Высокая скорость, возможность работать в стесненных условиях, гибкость, маневренность/ Дорогостоящее оборудование
Битумизация	Горячая	Скальные трещиноватые породы	Возможность применения грунтов с любыми агрессивными водами, для больших скоростей водного потока/ Сложное техническое оборудование, повышенные меры безопасности
	Холодная	Скальные трещиноватые породы, пески	Экономия топлива, трудозатрат, битума/ Сильная текучесть битума (возможность прорыва битумизационной завесы под большим давлением грунтовых вод)

Провести сравнительный анализ применения армирующих элементов для закрепления дорожного основания проектируемой автомобильной дороги «Алматы-Кокпек-Чунджа-Коктал-Хоргос, км 323-328 Панфиловского района»[4]. Проведенные инженерно-геологические изыскания показали, что дорожное покрытие на участке находится в неудовлетворительном состоянии, отмечено наличие ямочности, кромочности, сетки трещин, просадки обочин на участке 44+40 по 46+61 наблюдается искажение продольного профиля в виде просадок по трещинам на всю ширину покрытия, зачастую сопровождается обламыванием краев покрытия вдоль трещины на ширину до 30-40 см.

По этой причине было принято решения по применению стабилизации и укреплению дорожного основания армирующими элементами.

Самым оптимальным вариантом было предложено остановиться на методе струйной цементации плюсом данного метода заключается её технологическая простота, короткий срок проведения работ, и гарантированный результат

Представленные расчеты были произведены в программном комплексе IndorPavement на основе норматива СН РК 3.03.-19-2006 «Проектирование дорожных одежд нежесткого типа» [5].

Произведено два расчета:

Первый расчет производился без укрепленного основания на существующую конструкцию дорожной одежды.

Второй расчет производился с учетом армированного основания дорожной конструкции.

Первый расчет (без укрепления основания)

Табл.2

Расчётные характеристики				Общий модуль упругости на поверхности слоёв, МПа	Морозоустойчивость	Колейность, см
Упругий прогиб, МПа	Сдвиг, МПа	Изгиб, МПа	Статическая нагрузка, МПа			
Еупр = 3200	Есдв = 460	Еизг = 4500	Естат = 250	Епов = 313 Ктр = 0,940 Красч = 1,360 Запас = 45%		Нобщ.=0,8
Еупр = 2400	Есдв = 420	Еизг = 3600 Ктр = 0,940 Красч = 2,783 Запас = 196%	Естат = 250	Епов = 185		Ност.д.=0,0
Еупр = 180	Есдв = 180 Ктр = 0,940 Красч = 2,170 Запас = 131%	Еизг = 180	Естат = 180 Ктр = 0,940 Красч = 3,570 Запас = 280%	Епов = 98		Ност.д.=0,1
Еупр = 40	Есдв = 40 Ктр = 0,940 Красч = 0,670 Запас = -29%		Естат = 40 Ктр = 0,940 Красч = 1,240 Запас = 32%	Епов = 40	Лдоп = 4 см Лпуч = 2 см Запас = 2 см	Ност.д.=0,4

Расчётные характеристики				Общий модуль упругости на поверхности слоёв, МПа	Морозоустойчивость	Колейность, см
Упругий прогиб, МПа	Сдвиг, МПа	Изгиб, МПа	Статическая нагрузка, МПа			
Еупр = 3200	Есдв = 460	Еизг = 4500	Естат = 250	Епов = 339 Ктр = 0,940 Красч = 1,470 Запас = 56%		Нобщ.=0,7
Еупр = 2400	Есдв = 420	Еизг = 3600 Ктр = 0,940 Красч = 2,875 Запас = 206%	Естат = 250	Епов = 203		Ност.д.=0,0
Еупр = 180	Есдв = 180 Ктр = 0,940 Красч = 2,170 Запас = 131%	Еизг = 180	Естат = 180 Ктр = 0,940 Красч = 3,570 Запас = 280%	Епов = 110		Ност.д.=0,1
Еупр = 50	Есдв = 50 Ктр = 0,940 Красч = 4,420 Запас = 370%		Естат = 50 Ктр = 0,940 Красч = 0,980 Запас = 4%	Епов = 50	Лдоп = 4 см Ллуч = 2 см Запас = 2 см	Ност.д.=0,2

Итоги расчетов представлены в виде двух таблиц (2,3). В них представлены конструкции дорожной одежды и расчеты на сдвигоустойчивость, сопротивление при изгибе, статическую нагрузку, морозоустойчивость, колейность. Первый расчет был проведен на существующую конструкцию дорожной одежды что показало ее несоответствие приложенным нагрузка в частности расчет на сдвиг нижнего слоя основания показал отрицательный процент прочности - 29% что не соответствует нормативам СН РК 3.03.-19-2006 «Проектирование дорожных одежд нежесткого типа» [5]. Второй расчет был произведен на аналогичную конструкцию дорожной одежды только уже с изменёнными характеристиками нижнего слоя основания дорожной одежды. Данный расчет показал свое соответствие нормативам СН РК 3.03.-19-2006 «Проектирование дорожных одежд нежесткого типа» [5]. Расчет на сдвигоустойчивость нижнего слоя основания показал запас прочности в 370%.

Результаты эффективности армирующих элементов

Применения стабилизации слабых грунтов с армирующих элементов позволяет решить большой спектр геотехнических проблем в дорожном строительстве. Проведенный анализ показал свою высокую эффективность армирующих элементов в стабилизации слабых грунтов в основание дорожной насыпи. Применения армирующих элементов для обеспечения устойчивого основания дорожного покрытия позволяет сократить сроки строительства, что в свою очередь влияет на стоимость

всего проекта. Проведенный расчетный анализ показал свою высокую эффективность в применении армирующих элементов основание дорожной насыпи в проектируемой дороге «Алматы-Кокпек-Чунджа-Коктал-Хоргос, км 323-328 Панфиловского района». Данный метод позволил повысить физико-механические свойства грунта. В свою очередь это дает высокую гарантию срока эксплуатации автомобильной дороги с приложенными на нее расчетными нагрузками.

Литература:

1. Игошева Л. А., Гришина А. С. «Строительство и архитектура», *Вестник ПНИПУ*, 2016 г.

2. Смородинов М.И., Федоров Б.С. «Справочник по общестроительным работам. Основания и фундаменты», *Стройиздат*, 1974 г.

3. Нормативно-техническое пособие РК - НТП РК 07-01.3-2011 «Проектирование и устройство упрочнения основания вертикальными армирующими элементами».

4. Пояснительная записка. РП «Капитальный ремонт автомобильной дороги Алматы-Кокпек-Чунджа-Коктал-Хоргос, км 323-328 Панфиловского района». Генеральная проектная организация: *ТОО АИС Проект. Алматы* 2016 г.

5. СН РК 3.03.-19-2006 «Проектирование дорожных одежд нежесткого типа» (с изменениями от 22.04.2014 г.).