

УДК 624.138

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К УПЛОТНЕНИЮ ГРУНТОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕМОНТЕ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

А. И. КАЙЛЬ¹, Е. С. ЕСКИН¹, С. А. ВОЙНАШ²

Научный руководитель Н. К. ТАГИЕВА, канд. техн. наук, доц.

¹Московский автомобильно-дорожный государственный
технический университет (МАДИ)
Москва, Россия

²Казанский федеральный университет
Казань, Россия

Процесс уплотнения – способ достижения нужной твердости и плотности грунта, который является неотъемлемой частью любого строительства, начиная от жилых домов, заканчивая ямочным ремонтом. Строительство зданий и сооружений на неподготовленной почве, укладка дорожного полотна на неуплотненной подушке, ремонт дорожного полотна без уплотнения просевшей подушки ведут к неминуемому разрушению сооружений путем осадки почвы. Улучшение грунта обеспечивается удалением из него воздуха, воды, пористости. Обеспечение плотности нижних слоев поверхности является ключевой задачей в сфере дорожного строительства. Большинство методов улучшения грунта используются для уменьшения осадки и увеличения несущей способности.

В зависимости от целей строительства уплотненный слой доходит до нескольких метров, как и слой насыпного дорожного полотна. На сегодняшний день существуют разные методы уплотнения, рекомендованные для соответствующего грунта.

При использовании только одного метода невозможно добиться требуемого улучшения любых почв. Каждый метод эффективен в соответствующих условиях (рис. 1).

Торф	Мягкая глина	Глина	Твердая глина	Ил	Илистый песок	Песок	Гравий
Армирование раствором							
Вакуумная консолидация							
		Каменные колонны					
Динамическая замена							
				Высокоэнергетическое ударное уплотнение (HEIS)			
						Вибро-уплотнение	
						Динамическое уплотнение	
						Быстрое ударное уплотнение	
Вертикальные дренажи							

Рис. 1. Распределение методов уплотнения по типу уплотняемого материала

К примеру, торфяной грунт способны эффективно уплотнять методы армирования и вакуумной консолидации. Глина и ил также хорошо подвергаются уплотнению армированием, вакуумной консолидацией, а также высокоэнергетическим ударным уплотнением. Песчаную почву способны эффективно уплотнять вибрационное уплотнение и методы, основанные на трамбовании грунта.

Максимального коэффициента уплотнения грунта в некоторых случаях возможно добиться, комбинируя несколько методов улучшения грунта при строительстве и реконструкции дорог [1–3]:

- армирование раствором, который требует разных вариантов реализации соответствующей конструкции рабочего оборудования для достижения большего эффекта уплотнения при разных условиях работы;
- струйное армирование с множеством параметров регулирования;
- перемешивание грунта с раствором;
- укрепление почвы «каменными колоннами»;
- динамическое уплотнение.

Например, сочетание методов «каменные колонны и сваи» для стабилизации колонны на сверхмягких грунтах.

Процесс улучшения грунтов является неотъемлемой частью любого строительства, начиная от жилых домов, заканчивая ямочным ремонтом, что требует использования соответствующей технологии уплотнения. Строительство зданий и сооружений на неподготовленной почве, укладка дорожного полотна на неуплотненной подушке ведут к неминуемому разрушению сооружений из-за осадки почвы.

В ходе проделанной работы можно с уверенностью сказать, что на данном этапе развития технологий добиться высокого качества уплотнения можно на любых типах почв. Сложно выделить какой-либо способ улучшения грунта, т. к. каждый из них подходит для разных типов грунтов, технологического задания, географического местоположения и т. д. Зачастую грунт требует комплексного подхода, заключающегося в использовании нескольких методов вместе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Машина для динамического уплотнения грунтов: а. с. SU 1452881 / В. В. Крылов, В. П. Станевский, А. А. Франивский, Л. А. Постовой. – Оpubл. 23.01.1989.
2. Способ возведения свайно-плитного фундамента: пат. RU 2390609 / К. Ш. Шадунц. – Оpubл. 27.05.2010.
3. Двумерная консолидация грунта под действием электроосмоса в сочетании с предварительным вакуумным нагружением / Ш. Ян [и др.] // Основания, фундамента и механика грунтов. – 2020. – № 1. – С. 13.