

Научная статья
УДК 624.138.9

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕКСТИЛЬНО-ПЕСЧАНЫХ СВАЙ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА НА СЛАБЫХ ГРУНТАХ ОСНОВАНИЯ

Микаил Нуруллахович Лачинов¹, Ольга Александровна Михаль²,
Сергей Иванович Булдаков³

¹⁻³ Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ lachinovmika@gmail.com

² mikhal.olga@bk.ru

³ buldakovski@m.usfeu.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрено применение технологии текстильно-песчаных свай при возведении земляного полотна на слабых грунтах с целью повышения скорости строительства и экономии средств при возведении основания дорожной одежды.

Ключевые слова: геосинтетические материалы, укрепление грунтов, слабые грунты основания, текстильно-песчаные сваи, геооболочка

Для цитирования: Лачинов М. Н., Михаль О. А., Булдаков С. И. Применение текстильно-песчаных свай при возведении земляного полотна на слабых грунтах основания // Научное творчество молодежи – лесному комплексу России = Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia : материалы XXI Всероссийской (национальной) научно-технической конференции студентов и аспирантов. Екатеринбург : УГЛТУ, 2025. С. 753–757.

Original article

THE USE OF TEXTILE-SAND PILES IN THE CONSTRUCTION OF AN EARTHEN BED ON WEAK FOUNDATION SOILS

Mikhail N. Lachinov¹, Olga A. Mikhal², Sergey I. Buldakov³

¹⁻³ Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹ lachinovmika@gmail.com

² mikhal.olga@bk.ru

³ buldakovski@m.usfeu.ru

Abstract. This article discusses the use of textile – sand pile technology in the construction of an earthen bed on weak soils in order to increase the speed of construction and save money when erecting the foundation of the pavement.

Keywords: geosynthetic materials, soil strengthening, weak foundation soils, textile-sand piles, geoenvelope

For citation: Lachinov M. N., Mikhal O. A., Buldakov S. I. (2025) Prime-nenie tekstil'no-peschanyh svaj pri vozvedenii zemlyanogo polotna na slabyyh gruntah osnovaniya [The use of textile – sand piles in the construction of an earthen bed on weak foundation soils]. Nauchnoe tvorchestvo molodezhi – le-snomu kompleksu Rossii [Scientific creativity of youth to the forest complex of Russia] : proceedings of the XXI All-Russian (national) Scientific and Technical Conference of undergraduate and postgraduate students. Ekaterinburg : USFEU, 2025. Pp. 753–757. (In Russ).

Автомобильные дороги играют одну из самых ключевых ролей в транспортно́й системе государства, и ни одна из отраслей экономики не может обойтись без них. Степень развития и техническое состояние автодорог оказывают значительное и разнообразное влияние на экономику и социальное развитие как всей страны, так и ее отдельных регионов.

Надежные и качественные дороги способствуют улучшению логистики, более эффективному перемещению товаров и людей, что напрямую сказывается на росте производства и уровня жизни населения. Для России до сих пор острой проблемой является строительство дорог через участки со слабыми грунтами оснований. К слабым грунтам основания относятся связные почвы, обладающие прочностью на сдвиг, равной менее 0,075 МПа в естественных условиях (по результатам испытаний с помощью аппарата для вращательного среза), или же модулю осадки свыше 50 мм/м при нагрузке в 0,25 МПа (при этом модуль деформации находится ниже 5 МПа) [1].

К основным проблемам строительства на таких участках относятся большие осадки земляного полотна, длительная консолидация грунта, низкая фильтрационная способность таких грунтов, а также ползучесть основания.

На сегодняшний день существует несколько решений данной проблемы. Наиболее известным мероприятием является удаление слабых грунтов до прочного основания и замена их дренирующими материалами с более высокими прочностными характеристиками (щебень, песок и т. д.).

Однако такой способ является очень дорогостоящим. Поэтому на сегодняшний день применяются методы с использованием слабого грунта в качестве основания насыпи, но с применением мероприятий по обеспечению необходимой устойчивости и надежности основания возводимой конструкции.

Одним из методов проектирования автомобильной дороги через участки с недостаточными эксплуатационными характеристиками является

технология применения текстильно-песчаных свай. Текстильно-песчаные сваи (ТПС) – строительные конструкции, состоящие из геополотна тканого или вязаного, формирующего геоболочку свай в форме цилиндра, заполненную дренирующим грунтом. Текстильно-песчаные сваи обеспечивают равномерность осадки земляного полотна и снижение ее величины, ускорение процесса консолидации грунта в межсвайном пространстве, рассеивание избыточного порового давления и в результате – надежность возводимой конструкции. ТПС воспринимают и передают нагрузки от насыпи на несущий слой прочного основания. Общая вертикальная нагрузка на оголовки свай вызывает радиальные напряжения, направленные на текстильную оболочку. Вследствие этого оболочка расширяется, и грунт вокруг свай уплотняется. Благодаря этому значительно увеличивается скорость консолидации грунта.

Геоболочки для свай изготавливаются с использованием полиэфирных и поливинилспиртовых нитей с применением двух разных подходов.

1. Со швами вдоль оболочки. Этот метод находит свое применение в тех случаях, когда прочность материала не является решающим фактором, а также при кратковременной эксплуатации (например, в качестве оболочек для буронабивных свай).

2. Бесшовная технология, позволяющая создать высокопрочное изделие, не теряющее устойчивости в местах соединения. Такие оболочки предназначены для песчаных свай, выполняющих роль несущих конструкций.

Геоболочки изготавливаются в соответствии с заявленными требованиями проекта по прочности, геометрическим размерам, максимально допускаемому растяжению и прочим параметрам.

Текстильно-песчаные сваи рекомендуется применять при глубине слоя слабого грунта более 4 м. Максимальную глубину устройства рекомендуется ограничивать до 20 м. Наиболее оптимальным диаметром свай является 0,8 м.

Для достижения устойчивости насыпей, возведенных на текстильно-песчаных сваях, необходимо использовать гибкий ростверк, изготовленный из высокопрочных георешеток и тканых (вязаных) геополотен. Обычно в таких конструкциях закладывается два слоя армирующих геосинтетических материалов: один в поперечном, а другой в продольном направлении. Первый слой размещается на уровне верхней части ТПС, имеет толщину в 0,25–0,5 м. Второй слой укладывается перпендикулярно первому, что позволяет дополнительно увеличить прочность конструкции [2].

Геосинтетические материалы воспринимают переменные нагрузки и нагрузку от собственного веса и перераспределяют соответствующие напряжения на текстильно-песчаные сваи, а те, в свою очередь, на нижележащий несущий слой грунтового основания.

При устройстве свайного поля применяется стандартная техника и оборудование, а именно экскаваторы и вибропогружатели, а также буровые машины. При длине сваи, превышающей вылет стрелы экскаватора, применяется автокран. Монтаж ТПС может производиться двумя способами:

- вибропогружение обсадной трубы с устройством в трубе геооболочки, заполнение ее песком и вибрационное извлечение трубы с уплотнением песка в свае;
- бурение скважины с погружением обсадной трубы с устройством геооболочки и ее заполнением, затем дальнейшее вибрационное извлечение трубы с уплотнением песка в свае.

Метод вибропогружения обеспечивает большее уплотнение межсвайного пространства. Метод бурения предпочтительнее при работе с плотными прослойками грунта или в том случае, когда воздействие вибрации на находящиеся рядом строения, транспортные сооружения должно быть минимизировано.

Песчаные сваи размещаются согласно проектным требованиям на треугольной, шахматной или квадратной сетке с расстоянием между ними от 1 до 2 м. Для их изготовления используются пески, подходящие для насыпных работ, без каких-либо дополнительных ограничений. Если планируется использовать песчаные сваи также в качестве вертикальных дрена, то требования к материалам для их заполнения аналогичны тем, которые предъявляются к вертикальным дренам [3].

Применение ТПС является экономической альтернативой другим технологиям армирования оснований земляного полотна, таким как железобетонные или буронабивные сваи. По сравнению с ними применение ТПС может давать значительную экономию в зависимости от условий объекта строительства. Это достигается за счет большей доли использования местных инертных материалов, таких как песок или ПГС, при тех же затратах на эксплуатацию машин и механизмов.

Несмотря на свою новизну, армирование слабых грунтов с применением текстильно-песчаных свай отлично зарекомендовало себя при строительстве трассы М-12 Москва – Казань. Данная технология использовалась на участке трассы в Нижегородской области.

Список источников

1. Рекомендации по применению текстильно-песчаных свай при строительстве автомобильных дорог на слабых грунтах основания / А. Ю. Баранов, А. Н. Деятилов, М. С. Суслов [и др.]. М. : Федеральное дорожное агентство (Росавтодор), 2017. 83 с.

2. Геосинтетические материалы в свайных технологиях // Белгеосинт – надежные решения. URL: <https://bg synt.ru/articles/416202> (дата обращения: 03.11.2024).

3. Подгорнов М. Методы устройства земляного полотна на слабых грунтах. URL: <https://ironcon-lab.ru/articles/metody-ustrojstva-zempolotna-na-slabyh-gruntah/> (дата обращения: 03.11.2024).