

**УДК 630\*383**

**Клевекко Владимир Иванович, к.т.н., доцент** ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

**Бургонутдинов Альберт Масугутович, д.т.н, профессор** ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет»

## **СУЩЕСТВУЮЩИЕ ВИДЫ АРМИРОВАННЫХ ОСНОВАНИЙ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

Армированный грунт использовался человечеством с давних времен. До наших дней дошли сведения о строительстве крупных сооружений на основаниях, армированных ветвями, лианами, тростником. Армирование глины и кирпичей упоминается еще в Библии. Описаны случаи использования таких приемов в Древнем Вавилоне, Древнем Риме, на некоторых участках Великой Китайской стены и т.д. В наше время эта идея возродилась в 60-х годах XX века, когда французский инженер Анри Видадь предложил при возведении насыпей использовать стальные ленты в качестве армирующих элементов. Взаимодействие между грунтом и армирующими элементами обеспечивалось за счет трения по контакту "грунт-арматура". Термин "армированный грунт" был введен в употребление также Видалем для определения нового композитного материала, образуемого плоскими армирующими полосами, которые укладываются горизонтально в грунт.

За рубежом фундаментальные исследования в области армирования грунта проводятся различными национальными организациями: Центральной лабораторией мостов и дорог Франции, Департаментом транспорта США, Департаментом транспорта Великобритании, Центральным исследовательским дорожным институтом (CRRI) Индии и многими другими.

Большой вклад в развитие исследований армированных грунтов внесли N. Basset, J. Binquet, J.A. Bishop, J.C. Chang, R.A. Jewell, C.J.F.P. Jones, I.

Juran, K.L. Lee, R.T. Murray, F.Schlosser, H.Vidal, J.L. Walkinshaw, S.Watanabe, K.Yamamoto, T. Yamanouchi.

В настоящее время за рубежом ведутся широкомасштабные исследования в различных областях армированных грунтов, наиболее широко известны работы следующих авторов: D. Adam, D. Alexiev, D.K.Atmatzidis, H. Brandl, P.F. Cancelli, S. Chandra, J.P. Giroud, C. Ghosh, R.M. Koerner, M.R. Madhav, Montanelli, H. Ochiai, J. Otani, N.M. Patel, H.B. Poorooshasb, P.R. Rankilor, G.V. Rao, P. Rimoldi, S.K. Shukla, J. Sobolewski, K.M. Soni, K.Yamamoto, A. Zhao.

В России и странах СНГ большой вклад в научные исследования по проблемам армирования грунта внесли Л.М. Тимофеева, В.Ф. Барвашов, А.А. Бартоломей, Ю.Р. Берков, Н.В. Брантман, В.И. Заворицкий, В.Д. Казарновский, А.Ф. Ким, А.Г. Полуновский, А.Б. Пономарев, Н.Н. Русак, В.А. Сидоров, В.Б. Товбич, А.П. Фомин, А.А. Цернант и другие ученые.

Существует большое разнообразие способов армирования грунтовых массивов. Наиболее полная их классификация приведена в работе Л.М. Тимофеевой. В ней армированные грунты классифицируются по следующим признакам:

- расчетная модель;
- расположение включений;
- вид армирования;
- тип армирующих элементов;
- ориентация армирующих элементов.

В качестве армирующих материалов применяется большое число различных материалов. В начале применения в строительной практике армированного грунта использовалась преимущественно металлическая арматура в виде полос или сеток [1, 2, 3, 4]. Однако использование металлической арматуры часто требует проведения дорогостоящих антикоррозионных мероприятий, особенно в пылевато-глинистых грунтах [1,2]. Поэтому в последнее время металлическую арматуру практически

повсеместно вытеснили синтетические материалы.

В настоящее время синтетические материалы (геосинтетика) – быстроразвивающееся семейство материалов, используемых в геотехническом строительстве. На мировом рынке выпускается большое разнообразие видов и типов геосинтетических материалов. Они почти исключительно изготавливаются из полимеров. Наиболее часто применяются геосинтетики из полиэфира, полипропилена и полиамида, но в специальных случаях могут применяться полиэтилен и полиарамид. В основные полимеры обычно вводят стабилизирующие добавки.

Основные типы геосинтетических материалов:

- геотекстильные материалы;
- георешетки;
- геосетки;
- геомембраны;
- геокомпозиты.

Наиболее широко на мировом рынке производятся и используются геотекстильные материалы. В настоящее время геотекстиль выпускается на 130 предприятиях мира, и количество производимых наименований превышает 860. Геотекстиль – это сплошные, пористые гибкие полимерные ткани. Они подразделяются на две большие группы – тканые и нетканые материалы, каждая из которых имеет свою область применения. Тканые материалы изготавливаются из мононитей или полинитей (пряжи) по технологии, аналогичной производству обычных тканей. Нетканые геотекстили представляют собой спутанно-волокнистую беспорядочную структуру, состоящую из отдельных волокон и упрочненную механическим или термическим способом. Наиболее универсальны геотекстильные материалы. Они могут одновременно выполнять несколько функций.

Менее распространены и имеют более узкие области применения георешетки и геосетки – объемные или плоские решетчатые полимерные материалы и геомембраны – герметичные полимерные пленки.

Особое внимание хочется обратить на появившиеся сравнительно недавно геосинтетические материалы под названием геокомпозиты. Это слоистые или сложной формы комбинации различных типов геосинтетических материалов иногда с включением стекловолокна, стали, битума и других материалов для придания им требуемых свойств.

Геосинтетические материалы имеют свои области применения в зависимости от требуемых функций [Ошибка! Источник ссылки не найден.] и приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Типы геосинтетических материалов в зависимости от требуемых функций

Тип	Выполняемые функции				
	Разделение	Армирование	Фильтрация	Дренаж	Гидроизоляция
Геотекстиль	Основная и дополн.	Основная и дополн.	Основная и дополн.	Основная и дополн.	Не применяется
Георешетки	Дополнительная	Основная	Не применяется	Не применяется	Не применяется
Геосетки	Дополнительная	Не применяется	Не применяется	Основная	Не применяется
Геомембраны	Дополнительная	Не применяется	Не применяется	Не применяется	Основная
Геокомпозиты	Основная и дополн.	Основная и дополн.	Основная и дополн.	Основная и дополн.	Основная и дополн.

Для армирования оснований применяются чаще всего геотекстиль, т.к. они более дешевы, чем несколько реже используемые георешетки и геокомпозиты.

В настоящее время уже накоплен большой опыт по применению армированных оснований, который выявил высокую эффективность использования таких конструкций. В основном применяются четыре вида армированных оснований, каждый из которых имеет свою область применения:

- с однослойным армированием горизонтальной прослойкой верхнего

контактного слоя;

- с многорядным армированием горизонтальными прослойками;
- с армированием вертикальными и наклонными сваями;
- со смешанным армированием трехмерными, двухмерными и одномерными элементами различной ориентации.

При возведении фундаментов малонагруженных зданий и сооружений, оснований дорожной одежды и земляного полотна на слабых грунтах обычно применяют однослойное армирование горизонтальными прослойками. В данных условиях этот вид армирования оказывается наиболее эффективным. Использование армирования контактного слоя позволяет повысить несущую способность и жесткость основания, снизить неравномерность деформаций.

В настоящее время в мире ежегодно вводится в эксплуатацию большое количество сооружений, построенных с применением армированного грунта. Последние двадцать лет характеризуются непрерывным ростом применения для армирования грунта геосинтетических материалов. По некоторым оценкам зарубежных авторов, к 2000 году потребление геотекстиля в мире достигло порядка одного миллиарда квадратных метров в год.

В отечественной строительной практике геосинтетические материалы в основном применяются в транспортном строительстве для сооружения временных дорог, для обеспечения общей и местной устойчивости высоких насыпей, для усиления дорожных одежд, для укрепительных работ в качестве покрытия откосов, при устройстве дренажных конструкций. В последнее время геосинтетические материалы начали применяться при строительстве хранилищ отходов, в промышленном строительстве при сооружении оснований под стальные резервуары и в сельскохозяйственном строительстве.

Большое значение при применении армированных грунтов имеет изучение взаимодействия арматуры с окружающим ее грунтом.

Исследования конструкций из армированного грунта и опыт их применения показали ряд преимуществ их по сравнению с традиционными конструкциями: возможность использования местного грунта в качестве

основного строительного материала; возможность строительства в любых грунтовых условиях; невысокая стоимость при быстроте и простоте возведения.

#### Библиографический список

1. Далматов Б. И. Механика грунтов, основания и фундаменты (включая специальный курс инженерной геологии. Л.: Стройиздат, Ленингр. отделение, 1988. –415 с.

2. Джоунс К. Д. Сооружения из армированного грунта/ Пер. с англ. В.С. Забавина; под ред. В. Г. Мельника. - М.: Стройиздат, 1989. – 280 с.

1. Долговечность сооружений из армированного грунта. / Гипродорнии-№34/86. - М., 05.08.86.- 39 с- Пер ст.: Darbin, Iailleux I.M. из журн: Bulletin de liaison.- 1986.-141, vol 2.-p. 2I-35.

2. Евгенийев И.Е., Казарновский В.Д. Земляное полотно автомобильных дорог на слабых грунтах.–М.: Транспорт, 1976.- 271 с.

5. Koerner R.M., Bowman P.E.H.L. Geosynthetics in geotechnical engineering. 1995, p. 796-813.