

Ә.И. Көлбаева¹, И.Н. Дюсембаев²

¹ магистрант, ²научн.рук., д.т.н., ассоц. проф.,

^{1,2} Международная образовательная корпорация (КазГАСА),
г. Алматы, Республика Казахстан

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АРМИРОВАНИЯ ГРУНТОВЫХ ОСНОВАНИЙ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИМ МАТЕРИАЛОМ

Аннотация. В данной статье проанализированы основные результаты работ, которые посвящены изучению применения геосинтетических материалов в армировании грунтового массива. Описана история развития и область применения геосинтетических материалов, сделан обзор по исследованиям в области армирования оснований объемными георешетками.

Ключевые слова: армирование грунта, армированная подушка, геосинтетические материалы, укрепление армирование грунтов, слабый грунт, объемная георешетка.

С совершенствованием грунтовых сооружений и ростом развития технического прогресса для армирования грунтовых массивов стали использовать геосинтетические материалы. Армирование грунтов оснований выполняют для повышения прочности и устойчивости оснований, устойчивости подпорных стенок, откосов земляных сооружений и оползневых склонов и для устранения просадочности лессовых грунтов. А также для улучшения физико-механических качеств грунтового основания, с применением армированных элементов, совместно работающих с грунтом. Армирование грунта геосинтетическими материалами снижает осадку основания и повышает несущую способность основания в 2-3 раза [1].

В последние десятилетия во многих странах вновь начали широко использовать армирование грунта при строительстве различных земляных сооружений, которое позволяет улучшить физико-механические свойства грунта. Главные принципы армирования грунта, доступные для понимания, применялись человечеством с давних времен. Сооружения, построенные из армированного грунта, существовали в пятом и четвертом тысячелетиях до н.э. В некоторых источниках указывается, что при строении жилья применяли армированные глины, кирпичей тростником или соломой. Зиккурат старого города Дур-Куригацу, известного под названием Агар-Каф высотой до 30 м, возведенный более 3000 лет назад, а также Великая Китайская стена, при возведении которых применялось армирование, сохранились до наших времен. Также строении, которые были завершены около 2205 г. до н.э. у города Ур и святилище Мардука в Вавилоне, нередко называемое Вавилонской башней, которая была завершена около 550 г. до н.э. Великая китайская стена, участки которой были завершены приблизительно в 200 году до н.э., представляют собой пример использования армированного грунта в виде смеси глины с гравием, армированной ветвями тамариска.

С начала XIX века методы армирования грунта при строительстве объектов военного назначения были широко распространены вплоть до последнего столетия. Значительный вклад был сделан в 1822 г., когда полковник Песли внедрил применение армированного грунта в английской армии. Он провел большую серию опытов и доказал, что при обратной засыпке и послойном горизонтальном армировании грунта досками, хворостом и холстом, наблюдается значительное уменьшение бокового давления на подпорные стенки грунтовых сооружений. Подобные исследования были получены более чем через 150 лет на современных обратных засыпках с использованием армированного грунта [2].

В 1925 году американский исследователь А. Манстер [3] внес значительный вклад для улучшения системы возведения сооружений из армированного грунта. Примером этого служит грунтовая подпорная стена, армированная элементами из дерева и легкой облицовкой. Это позволило изменить до минимума осадку обратной засыпки.

Одно из новых представлений о возведении сооружения из армированного грунта, предложенная Казагранде, сводится к тому, что слабый массив грунта армируется высокопрочными элементами и диафрагмам, которые размещаются послойно в горизонтальном направлении.

В 60-е годы двадцатого века французский ученый Г. Видаль создал новый тип армирования грунта, который послужил новым толчком к развитию строительства земляных сооружений из различных композитных материалов. Созданный новый материал образуется из облицовки и плоскими армирующими полосами из прочного материала, затем укладываются горизонтально в грунт за стенкой. Этому материалу он дал название «армированный грунт», который широко используется во многих странах, в качестве общего термина для конструкций с применением армогрунта [2].

В 1960-70 годах в качестве армирующих элементов использовались металлические изделия в виде полос и сеток, а с 1980-х годов стали применяться различные геосинтетические материалы (геоткань, геосетки, геомембраны, георешетки и т.д.).

Начальный этап развития армирование грунтовых сооружений, в основном был связан с дорожным и гидротехническим строительством. В последние годы принципы армирования грунта востребованы в сфере промышленного и гражданского строительства [4].

В последние годы данной проблеме, в частности исследованию армированных оснований, посвящены значительное количество научных исследований, опубликованных в работах: В.И. Алексеева, Д.Г. Золотозубова, [5], В.М. Антонова [6], В.И. Клевеко [7], А.Б. Пономарева [4], Л.М. Тимофеевой [8] и другие, также методам расчета армирования грунтов занимались: В.А. Барвашов [9], Ю.Б. Берестянный, Т.Ю. Вальцева и др. Из отечественных ученых необходимо отметить работы Хомякова В.А., его работы посвящены к изучению расчетной модели грунтового основания в

геотехнических расчетах, также он исследовал напряженно-деформированное состояние моделей гравитационных подпорных стен [7]. Также данной проблеме, в частности усилению грунтовых оснований, посвящалось значительное количество научных исследований, опубликованных в работах: Бесимбаев Е.Т., Оспанов С.О., Дюсембаев И.Н.

На сегодняшний день одними из распространенных армирующих материалов являются геосинтетические материалы – геосинтетики. Геосинтетика – это материал, в котором, как минимум, один компонент изготовлен из синтетического полимера в виде полотна, лент или трехмерной структуры, используемый в контакте с грунтом и (или) другими строительными материалами для создания дополнительных слоев различного назначения, могут выполнять функции армирования, фильтрации, разделения и дренирования и обладают качественно новыми свойствами по сравнению с традиционными строительными материалами. Геосинтетические материалы применяются в дорожном строительстве, в строительстве туннелей, газо- и нефтепроводов, при строительстве гидротехнических сооружений, накопителей и полигонов по захоронению отходов, используются в защите откосов от эрозии, в усилении грунта оснований гражданских и промышленных зданий и сооружений и многих других областях строительства.

Применение геосинтетических материалов в строительной отрасли имеет много преимуществ. Основной эффект от применения геосинтетических материалов связан со значительным повышением надежности и долговечности строительных конструкций, а также большой экономической выгодой и сокращением времени строительства. По структуре геосинтетические материалы подразделяются на геотекстиль, георешетки, геосетки, геосетки, геоконпозиты, геоматы, геокамеры, геомембраны.

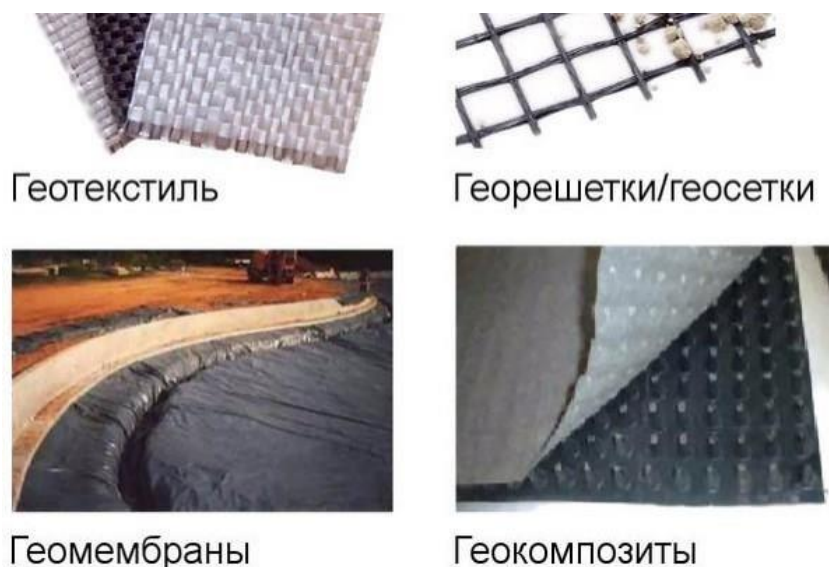


Рис. 1 – Разновидности геосинтетической продукции

В последние годы в России интенсивно развивается изучение методики расчета армогрунтовые конструкций для улучшения свойств слабых грунтов оснований сооружений.

Гаев Д.А., Гавриш В.В. [10] рассматривают преимущества и области применения новых геосинтетических материалов, которые используются в строительстве таких как: геосинтетики, геомембраны, объемные и армированные георешетки, тоннельные сетки, гидроматы. В Канаде и на Аляске последние 20 лет широко применяют геосетки, имеющие схожие климатические и гидрогеологические условия с российскими. Среди основных свойств георешетки выделяют: стойкость к коррозии, маслостойкость, щелочестойкость, несущая способность конструкции, возможность использования местных строительных материалов, снижение стоимости строительства, увеличение дренирующих свойств грунтов, повышение стойкости конструкций к динамическим нагрузкам, большой срок службы (не менее 50 лет), стабилизация осадки грунтов основания.

Марасанов А.И. и Фимкин А.И. анализируют результаты статического анализа характеристик вязоупругих свойств материала георешеток различных типов при растяжении. В работе [11] рассматриваются, что георешетки обладают свойствами нелинейной ползучести, а также предлагаются зависимости, позволяющие прогнозировать уровень деформации в тот или иной момент времени.

В своей работе [12] Логинова И.И., Артамонова Д.А., Столяров О.Н. и Мельников Б.Е. исследовали вязоупругие свойства при кратковременных измерениях различных геосинтетических материалов (геоткань, геосетка, георешетка). В результате пришли к выводу о том, что структура геосинтетического материала сильно влияет на его вязоупругие свойства; представленные в работе зависимости позволяют сделать предварительный подбор геосинтетика по необходимым вязоупругим характеристикам.

Пономаревым и Офрихтер в своей работе [4] провели обзор основных исследований в области изучения геосинтетических материалов, а также выявлены проблемы их применения.

Несмотря на большое количество исследований и экспериментов в области применения армирования оснований промышленных и гражданских зданий и сооружений, до сих пор не существует единой методики по расчету армогрунтовой конструкции основания, имеются лишь частные разработки научных исследователей или компаний, предлагающих свои программные продукты для расчета данных оснований. При этом большинство существующих методов расчета армированного основания носят приближенный характер – имеют низкий уровень соответствия расчетных схем реальным условиям работы армирующих элементов в грунтовой массе, так как не в полной мере учитывают особенности работы армирующего материала в грунте. В своем большинстве исследования в области применения геосинтетических материалов для армирования оснований фундаментов промышленных и гражданских зданий и сооружений

только подготавливают для разработки метода расчета и нормативной базы. Данный факт осложняет применение геосинтетических армирующих элементов в строительной практике. Комплексный подход, выработка четких критериев оценки, подготовка инженерных кадров способствовали бы выработке нормативных документов и методик расчета, отражающих реальную работу армированного грунта.

Литература:

1. Долгопятов И.В., Малушко А.М. Усиления основания геосинтетиками. Технические науки: тенденции, перспективы и технологии развития// Сб. научн. тр. по итогам междунар. научн.-практ. конф. – Волгоград, 2015. – № 2. – С. 144-147.
2. Джоунс Д.К. Сооружения из армированного грунта/ Д.К. Джоунс. (пер. с англ.). – М.: Стройиздат, 1989. – 280 с.
3. Mohan D. Load bearing capacity of piles/ D. Mohan, G. Jain, V. Humar// Geotechnique vol. – XII. – №1. – 1963.
4. Пономарев А.Б., Оффрихтер В.Г. Анализ и проблемы исследований геосинтетических материалов в России// Вестник ПНИПУ. – 2013. – № 2. – С. 68-73.
5. Алексеев В.И., Золотозубов Д.Г., Клевеко В.И., Пономарев А.Б. Исследование работы синтетических материалов в грунтовых основаниях// Тр. междунар. семинара по механике грунтов, фундаментостроению и транспортным сооружениям / ПГТУ. – Пермь, 2000. – С. 57.
6. Антонов В.М. Влияние армирования на несущую способность и деформативность песчаного основания: автореф. ... канд. техн. наук: 05.23.02 – Защищена 17.09.98. – Волгоград, 1998. – С. 20.
7. Клевеко В.И. Исследование работы армированных глинистых оснований// Вестник ПНИПУ Строительство и архитектура. – 2014. – № 4. – С. 101-110.
8. Тимофеева Л.М. Армирование грунтов: автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.23.02/ Л.М. Тимофеева. – М., 1992. – 30 с.
9. Барвашиов В.А. Сооружения из армированного грунта / В.А. Барвашиов, В.А. Воронель // Обзор ВНИИС. – М., 1984. – Вып. 7. – С. 25-30.
10. Гаев Д.А., Гавриши В.В. Современные геосинтетические материалы и области их применения в строительстве. Будущее науки. – 2013. – Том 2. – С. 131-139.
11. Марасанов А.И., Фимкин А.И. Исследование вязкоупругих свойств материала георешеток различных типов // Механизация строительства. – 2014. – № 6. – С. 33-36.
12. Логинова И.И., Артамонова Д.А., Столяров О.Н., Мельников Б.Е. Влияние структуры на вязкоупругие свойства геосинтетических материалов// Magazine of Civil Engineering. – 2015. – № 4.
13. Мустакимов В.Р. Исследование просадочных грунтов, армированных вертикальными элементами: дис. ... канд. техн. наук. – М.: Казанская гос. арх.-строит. академия, 2004. – 251 с.
14. Хомяков В.А. Эксплуатационная надежность гравитационных подпорных стен в условиях сейсмики// Природные и техногенные риски. Безопасность сооружений. – 2020. – №3. – С. 29-32.

Бұл мақалада топырақ массивін нығайтуда геосинтетикалық материалдарды пайдалануды зерттеуге арналған жұмыстың негізгі нәтижелері талданады. Геосинтетиканың даму тарихы мен қолдану саласы сипатталған, негіздерді көлемдік геогридтермен нығайту саласындағы зерттеулерге шолу жасалып, құрылыста геосинтетиканы қолданудың негізгі мәселелері қарастырылған.

Түйін сөздер: топырақты күшейту, арматураланған төсеніш, геосинтетика, топырақты күшейту, жұмсақ топырақ, көлемдік геотор.

This article analyzes the main results of work devoted to the study of the use of geosynthetic material s in the reinforcement of the soil massif. The history of development and the field of application of geosynthetics is described, an overview of research in the field of reinforcement of bases with volumetric geogrids is made, and the main problems of the use of geosynthetics in construction are considered.

Key words: soil reinforcement, reinforced pad, geosynthetics, soil reinforcement, soft soil, volumetric geogrid.