УДК 624.131

А.М. Кидакоев

Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая
академия, Черкесск, Россия

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ВОЗВЕДЕНИЯ ГРУНТОАРМИРОВАННОГО СООРУЖЕНИЯ

Приводятся основные принципы армирования грунта. Рассмотрены технологии возведения грунтоармированных сооружений, в том числе с использованием композитных материалов. Проанализированы проблемы соединения композитных материалов и проведения расчетов на прочность соединения композитных материалов.

Ключевые слова: грунты, влажность, структурная прочность, осадка, армирование грунта.

A.M. Kidakoev

North-Caucasian State Humanitarian technological academy,
Cherkessk, Russian Federation

THE BASIC PRINCIPLES OF CONSTRUCTION OF REINFORCED EARTH

It shows the main principles of reinforced soil. It shows the main principles of reinforced soil. Considered construction technology reinforced soil structures, including the use of composite materials. Problems compound composite materials, and how the connection strength calculations of composite materials.

Keywords: soil, humidity, structural strength, draught, reinforced soil.

Первоначально представим наиболее рациональное грунтоармированное подпорное сооружение, имеющее авторское свидетельство¹ (рис. 1).

При устройстве грунтоармированного сооружения используются следующие операции, в том числе подготовительные работы.

Подготовительные работы включают: вырубку кустарника, разбивку границ участка с фиксированием подошвы будущего

¹ Способ создания грунтоармированного сооружения и устройство для осуществления: патент РФ № 2327845. Оpubл. 20.04.2009, Бюл. № 11.

армогрунтового откоса, изготовление выдвижных стабилизаторов и лицевых щитов, нарезку армирующих лент из прорезиненных (металло-кордовых) и других материалов необходимой длины, заготовку анкеров, требующихся для армолент. Предусматриваются дренажные устройства.

Рис. 1. Грунтоармированное подпорное сооружение: 1 – лицевая (ограждающая) стенка; 2 – насыпной грунт; 3 – гибкие связи; 4 – наклонные ленты; 5 – гофрированные ленты; 6 – оболочка – дрена; 7 – специальные отверстия; 8 – дренажные системы; 9 – анкерный блок, выполненный единым полотнищем из композитных (полимерных) материалов насыпного грунта 2, обладающих памятью 1, прикрепленных к ней гибкими связями 3, армирующих прямолинейных лент-оболочек 4 и наклонных плоских или гофрированных лент 5, заканчивающихся оболочкой-дреной 6, имеющей специальные отверстия 7 и заполненной сорбентом, связывающей собой весь их ряд по горизонтальной или вертикальной плоскости, соединенной с дренажной системой 8, отводящей загрязненные воды, а верхние и нижние части лицевой стенки выполнены в виде анкерных блоков 9, соединенных с ливнеотводящим устройством 10

Технология возведения грунтоармированного основания площадки для строительства на техногенных грунтах

При устройстве грунтоармированного сооружения выполняются следующие операции:

- подготовительные работы;
- создание площадки для армирующих полотнищ, монтажных работ по устройству единой лицевой стенки и армомент;
- установка выдвижных стабилизаторов на уровне подошвы армогрунтового откоса;
- устройство-приемка для грунтонаполняемого анкера;
- разравнивание и перемещение грунта (растительный слой) во временный кавальер;
- на подготовленную площадку под возведение грунтоармированного сооружения с лицевой стенкой раскладывается композитный материал;
- стыкуются полотнища единой лицевой стенки, пробиваются отверстия для монтажа армомент, выполненных на основании расчета грунтоармированного сооружения;
- укладка композитного материала для грунтонаполняемого анкера в подготовленный приямок;
- засыпка грунта-заполнителя и формирование грунтонаполняемой оболочки анкера;
- установка монтажного барабана для скрутки единой лицевой стенки и укладка на подготовленный выдвижной стабилизатор с помощью подъемных механизмов, например крана;
- отсыпка грунта в тело грунтоармированной насыпи;
- закрепление армомент на единой лицевой стенке (вручную);
- укладка следующего слоя грунта до получения окончательной высоты сооружения, при этом выполняются работы по уплотнению и увлажнению грунта;
- проверка выполненных работ, запись в техническом журнале, проведение скрытых работ, в том числе проб по уплотнению грунта;
- укладка оставшегося полотнища на верхнюю часть основания в подготовленный приямок;
- укрепление грунтонаполняемой оболочки верхнего анкера;
- демонтаж выдвижных стабилизаторов;
- нанесение специальных меток для мониторинга за сооружением.

Устройство грунтоармированного основания производится следующим образом:

- на выровненную площадку основания будущей грунтоармированной насыпи расстилают полотнище из композитного материала единой лицевой стенки с перекрытием в стыках 15–20 см;
- согласно отметке на полотнище (рис. 2) для формирования грунтонаполняемой оболочки анкера опускают его в подготовленный приямок;
- производят отсыпку грунта в оболочку грунтонаполняемого анкера механическим путем или вручную;
- в подготовленную отсыпку заворачивают полотнище и закрепляют металлическими шпильками, получая при этом грунтонаполняемый анкер (см. рис. 2);

Рис. 2. Раскладка лицевой стенки из полотнищ: 1 – полотнища для единой лицевой стенки; 2 – крепления полотнищ, композитного материала; 3 – отверстия для продевания армолент; 4 – отметка для формирования грунтонаполняемого анкера; 5 – отметка для верхней части лицевой стенки

- подготавливают основание единой лицевой стенки согласно расчету и остальные её части скручивают на барабан;
- устанавливаем монтажное оборудование (выдвижные штанги со щитами);
- с помощью крана поднимают барабан с материалом стенки на специальную площадку и фиксируют на высоте $1/3$ высоты единой лицевой стенки;
- после этого происходит отсыпка грунта бульдозером толщиной не менее 0,2 м (во избежание повреждения и сдвига полотнища единой лицевой стенки) на основание грунтоармированного сооружения;
- после выравнивания прослойки грунта ведется его увлажнение и уплотнение до требуемой плотности с помощью катка (вибрационного действия), причем в процессе уплотнения осуществляют отбор грунта на плотность, которая должна быть не менее 0,95 от максимального стандарта;
- на подготовленный уплотненный слой (шаг армирования по высоте 0,4–0,5 м) укладывают армоленты из композитного материала, по прочности соответствующего единой лицевой стенки. Армоленты укладываются вручную, причем вначале расстилается наклонная армолента, а затем прямолинейная (см. рис. 2);
- после монтажа первого ряда армолент производится послойная отсыпка грунта слоем по 0,2 м до высоты 0,4–0,5 м;
- после проведения уплотнения слоев грунта раскладываются армоленты (рис. 3), работы выполняются вручную;
- процесс выполняется далее до полной готовности грунтоармированного основания до заданной высоты (см. рис. 3);
- после отсыпки грунта до подложенной отметки на композитном материале единой лицевой стенки производят его укладку в подготовленный приямок;
- формируют удерживающий грунтонаполняемый анкер и ливнеотводящее устройство.

На подготовленное основание верхней части грунтоармированного массива укладывается геотекстиль с семенами, например Пинема-500С, для дополнительного формирования армированной насыпи. После окончательной установки лицевой стенки на ее поверхность наносится сетка (10×10 см), которая служит для определения технического состояния сооружения в течение его жизненного цикла, т.е. в эксплуа-

тационный период. По данной разметке можно определять надежность построенного сооружения согласно оценке надежности грунтоармированного сооружения.

Рис. 3. Устройство удерживающей (подпорной) конструкции для создания основания на техногенных грунтах: *а* – устройство грунтонаполняемого анкера и поддерживающего устройства; *б* – укладка грунта и первого ряда арматуры; *в* – послойное уплотнение и засыпка армированной насыпи; *г* – конструкция после возведения; 1 – единая лицевая стенка; 2 – оболочка грунтонаполняемого анкера; 3 – заполнитель грунтонаполняемого анкера; 4 – узел крепления; 5 – барабан для намотки единого полотна; 6 – подпорное устройство; 7 – прямолинейная армолента; 8 – наклонная армолента; 9 – верхний грунтонаполняемый анкер; 10 – полимерный материал с семенами растений, например Пинема-500С; 11 – ливнеотводящее устройство

Композитные материалы также содержат дефекты, которые могут привести к снижению их физико-механических характеристик, что должно быть отражено в техническом паспорте на изделие и учитываться при проектировании в разделе надежности материала. Важную роль играет способ соединения композитных материалов, поскольку от этого зависит от срока службы сооружения, который ограничивается технологическим процессом и его эксплуатацией (замена, осмотр, ремонт). Существует два основных способа соединения деталей: механическое и склеивание. Накопленный опыт по этим вопросам дает основание для принятия решения о выборе способа соединения. Рассмотрим некоторые основные преимущества и недостатки каждого из них (таблица).

Преимущества и недостатки соединений композитных материалов

Преимущества	Недостатки
Механическое соединение	
1. Не требуется поверхностная обработка. 2. При разборке не повреждается. 3. Удобно в эксплуатации (например, при осмотре конструкции)	1. Отверстия являются концентраторами напряжения. 2. Увеличивается вес конструкции. 3. Не пригоден для соединения тонких пластин (может разрушиться материал при большой частоте прокалывания)
Склеивания	
1. Концентрация напряжения незначительна. 2. Конструкция имеет меньший вес. 3. Необходимость обработки места склейки поверхности. 4. Затруднения контроля качества склейки	1. Невозможность разборки без повреждения элемента. 2. Воздействия окружающей среды могут повредить или значительно снизить прочность склейки

В то же время прочность механического соединения зависит от свойств материалов и типа соединительного элемента (винта, заклепки, болта и т.п., его длины, величины, стягивающей силы, диаметра отверстия и податливости его).

На прочность соединения композитных материалов большое влияние оказывает стягивающая сила, направленная по толщине соединяемых деталей. Расчет по определению напряжения вблизи соединения вследствие поперечного сжатия является трехмерным, что осложняет применение аналитических решений, в том числе метода конечных элементов, поэтому расчет ведут согласно приближенным методам. Эксплуатационная надежность грунтоармированного сооружения рассчитывается на основе теории надежности и логико-вероятностного подхода. Поскольку грунтоармированное сооружение выполняется в условиях создания или рекультивации полигонов ТБО, его возведение зависит от схемы формирования и укладки отходов известными способами, представленными на рис. 4.

Рис. 4. Схема формирования «горы» и парка на ней в процессе формирования полигона, его закрытия и рекультивации; 1 – канава для отвода просачивающихся вод; 2 – базисное уплотнение (минеральный материал); 3 – послойное сооружение «горы»; 4 – почва для засыпки; 5 – декоративный озелененный вал; 6 – кольцевая дорога; 7 – фильтрационная шахта для просачивающихся вод; 8 – поверхностный дренаж (30 см гравия); 9 – входной контроль и весы; 10 – колодцы для наблюдения за грунтовыми водами; 11 – уровень грунтовых вод; 12 – направление тока грунтовых вод

В заключение сделаем следующие выводы:

1. На основании проведенных исследований, опыта применения подобного рода конструкций разработаны рекомендации по применению подпорных сооружений, оснований и фундаментов с лицевой стенкой и армолентами из композитных материалов в условиях использования вторичных материальных ресурсов.

2. Разработана технология возведения грунтонаполняемых и грунтоармированных элементов конструкций дамб полигонов ТБО.

Библиографический список

1. Кашарина Т.П., Скибин Г.М., Кидакоев А.М. Исследование влияния армирующих элементов из композитных материалов на работу искусственных оснований // Вестник гражданских инженеров. Сер.: Архитектура, строительство, транспорт. – 2008. – Вып. 3 (16). – С. 48–51.
2. Кашарина Т.П., Скибин Г.М., Кидакоев А.М. Применение грунтонаполняемых стенок при использовании вторичных материаль-

ных ресурсов // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер.: Строительство и архитектура. – Вып.10 (29). – С. 216–220.

3. Кидакоев А.М. Надежность грунтоармированных оснований и фундаментов из композитных материалов // Изв. вузов. Технические науки. – Новочеркасск, 2008. – Спец. вып. – С. 110–113.

4. Кашарина Т.П., Кидакоев А.М., Григорьев-Рудаков К.В. Возведение искусственных оснований с использованием композитных материалов // Изв. вузов. Технические науки. – Новочеркасск, 2008. – С. 81–85.

5. Руководство по применению грунтонаполняемых и грунтоармированных элементов при использовании вторичных материальных ресурсов / НГМА. – Ростов н/Д, 2008. – 25 с.

References

1. Kasharina T.P., Skibin G.M., Kidakoev A.M. Issledovanie vliyaniya armi-ruyushchikh elementov iz kompozitnykh materialov na rabotu iskusstvennykh osnovanij [Investigation of influence of the reinforcing elements made of composite materials the behavior of artificial bases]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov. Seriya: Arkhitektura, stroitel'stvo, transport*. 2008, no. 3(16). pp. 48-51.

2. Kasharina T.P., Skibin G.M., Kidakoev A.M. Primenenie gruntonapolnyaemykh stenok pri ispol'zovanii vtorichnykh material'nykh resursov [Application of soil-filled walls when using recyclable materials]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta. Seriya: Stroitel'stvo i arkhitektura*, no. 10 (29). pp. 216-220.

3. Kidakoev, A.M. Nadezhnost' gruntoarmirovannykh osnovanij i fundamentov iz kompozitnykh materialov [Reliability of bases and foundations reinforced by composite materials]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Tekhnicheskie nauki*, Novocherkassk, 2008. pp. 110-113.

4. Kasharina T.P., Kidakoev A.M., Grigorjev-Rudakov K.V. Vozvedenie iskusstvennykh osnovanij s ispol'zovaniem kompozitnykh materialov [Bases construction using artificial composite materials]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Tekhnicheskie nauki*, Novocherkassk, 2008. pp. 81-85.

5. Rukovodstvo po primeneniyu gruntonapolnyaemykh i gruntoarmirovannykh elementov pri ispol'zovanii vtorichnykh material'nykh resursov

[Guidance on the application filled and reinforced ground elements when using secondary material resources]. Rostov-na-Donu, 2008, 25 p.

Сведения об авторе

Кидакоев Альберт Мухадинович (Черкесск, Россия) – кандидат технических наук, заведующий кафедрой общетехнических дисциплин, Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия; e-mail: dmitrigal@rambler.ru

About the author

Kidakoev Albert Mukhadinovich (Cherkessk, Russian Federation) – Ph.D. in Technical, Head of Department of Engineering disciplines, North Caucasian State Humanitarian Technological Academy; e-mail: dmitrigal@rambler.ru

Получено 07.04.2014