



УДК 624.011.78:624.138



К.Т. САТКЫНАЛИЕВ

КГУСТА ИМЕНИ Н. ИСАНОВА ,
БИШКЕК, КЫРГЫЗСКАЯ РЕСПУБЛИКА
E-MAIL: KANAGPI@MAIL.RU

К.Т. SATKYNALIEV

KSUCTA N.A. N. ISANOV,
BISHKEK, KYRGYZ REPUBLIC
E-MAIL: : KANAGPI @MAIL.RU

С.Н. АКЫЛБЕКОВ

КГУСТА ИМЕНИ Н. ИСАНОВА ,
БИШКЕК, КЫРГЫЗСКАЯ РЕСПУБЛИКА
E-MAIL: AKYLBEKOV.S @MAIL.RU

S.N.AKYLBEKOV

KSUCTA N.A. N. ISANOV,
BISHKEK, KYRGYZ REPUBLIC
E-MAIL: AKYLBEKOV.S @MAIL.RU

Ш.Б. МАКЕНОВ

КГУСТА ИМЕНИ Н. ИСАНОВА ,
БИШКЕК, КЫРГЫЗСКАЯ РЕСПУБЛИКА
E-MAIL: MAKENOV9494@MAIL.RU

SH.B. MAKENOV

KSUCTA N.A. N. ISANOV,
BISHKEK, KYRGYZ REPUBLIC
E-MAIL: MAKENOV9494@MAIL.RU

Ж.Ч. МИНКИШИЕВ

КГУСТА ИМЕНИ Н. ИСАНОВА ,
БИШКЕК, КЫРГЫЗСКАЯ РЕСПУБЛИКА
E-MAIL: JYLDYZBEK_95@MAIL.RU

ZH.CH.MINKISHIEV

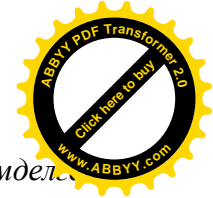
KSUCTA N.A. N. ISANOV,
BISHKEK, KYRGYZ REPUBLIC
E-MAIL: JYLDYZBEK_95@MAIL.RU

E.mail. ksucta@elcat.kg

МЕТОДЫ УСИЛЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ НАСЫПИ И ПОДПОРНЫХ СТЕН

METHODS FOR STRENGTHENING THE STABILITY OF THE STRAIN AND SUB-SUPPORTING WALLS

Бул макалада геосинтетикалык материалдардын жардамы менен кырдалган топуракты жогорку денгээлде бекемдөө талкууланат. Темирбетон жана топурак менен бекемделген тирөөчү дубалдардын натыйжалуулугун салыштырабыз. Учурдагы капталуучу блоктордун турушу жана аларга геосинтетикалык материалдардын туташтырылышы. Түрдүү геосинтетикалык материалдардын байланышта болуу мүмкүнчүлүгү бар дубалга капталуучу блоктордун актуалдуу конструкциясы сунушталат.



Чечүүчү сөздөр: геосинтетикалык материалдардын жардамы менен бекемделген кырдалган топурак, геосинтетикалык материалдар, каптама блоктор, топурак менен бекемделген тирөөч дубал.

В статье рассмотрены вопросы армирования насыпей различными высокопрочными геосинтетическими материалами. Эффективность армогрунтовых стен по сравнению с железобетонными. Рассмотрены существующие виды облицовочных блоков, армирующие геосинтетические материалы и способы их соединения в конструкциях армогрунтовых подпорных стен. Предлагается актуальная конструкция стенового бетонного блока с возможностью соединения различных видов армирующих геосинтетических материалов.

Ключевые слова: армирования насыпей, геосинтетические материалы, облицовочных блоков, армогрунтовых подпорных стен.

The article deals with the reinforcement of embankments with various high-strength geosynthetic materials. The effectiveness of armorite walls in comparison with reinforced concrete. Existing types of facing blocks, reinforcing geosynthetic materials and methods of their connection in the structures of reinforcing retaining walls are considered. The actual construction of a wall concrete block with the possibility of connecting different types of reinforcing geosynthetic materials is proposed.

Key words: reinforcement of embankments, geosynthetic materials, facing blocks, reinforcing support walls.

Армогрунтовая система - искусственное сооружение, выполненное посредством послойного армирования грунтового основания, откоса, подпорных систем и т.д. геосинтетическими материалами, в частности – одноосно ориентированными георешетками. Плоская одноосно ориентированная георешетка - рулонный геосинтетический материал сетчатой структуры с жесткими узловыми точками, получаемый путем экструзии сплошного полотна (геомембраны) с последующим его перфорированием и вытяжкой в одном направлении (тянутая георешетка). В целях уменьшения полосы отвода для сооружения насыпи в стесненных условиях (наличие зданий, коммуникаций, дорог) возникает необходимость возведения подпорных стен. В последнее время, наряду с традиционными конструкциями подпорных стен из монолитного железобетона, всё более широкое распространение получают сооружения из армированного грунта, которые представляют собой искусственное сооружение, выполненное посредством послойного армирования грунта насыпи геосинтетическими материалами, в частности – одноосно ориентированными георешетками из полиэтилена.

Армированный грунт в некоторой степени аналогичен железобетону, при этом в одном случае арматура связана с грунтом, в другом – с бетоном. Однако для этих двух сред сравнение не совсем справедливо, так как в железобетоне арматура предназначена для восприятия растягивающих усилий в элементе конструкции, а в армированном грунте, в частности с применением несвязанного грунта, вероятно, будет существовать поле исключительно сжимающих напряжений. Следовательно, эффект армирования состоит в неодинаковом ограничении нормальной деформации в разных направлениях. Армогрунтовые конструкции лишены многих недостатков, свойственных конструкциям из железобетона:

- трудоемкость монтажа арматурных каркасов и опалубки;
- большой объем высокопрочного бетона и арматуры, требуемый для их сооружения;
- длительное время выдержки бетона для набора прочности;
- дополнительные затраты на производство работ в холодное время года.

Георешетка является эффективным видом армирования как несвязных, так и связных грунтов. Армирования грунта одноосно ориентированными георешетками используется

для увеличения сопротивлению сдвигу связного грунта в условиях как кратковременной, так и длительного нагружения.

Подпорные стены из армированного грунта характеризуются экономичностью и простотой возведения, причем эффективность их возрастает с увеличением высоты. Армгурнтовые стены представляют собой относительно жесткую структуру, что делает их менее чувствительными к осадкам основания. Такие подпорные стены лучше компенсируют температурные и усадочные напряжения, отлично справляются с различными видами динамических нагрузок.

Следует отметить еще одно преимущество армогрунтовых стен, в сравнении с железобетонными, степень разрушения их при сейсмическом воздействии различна.

Произошедшее в 1995 году большое Ханшинское землетрясение на острове Кобе (Япония) привело к значительным разрушениям зданий и геотехнических конструкций. Проведенные исследования различных типов конструкций после землетрясения показали, что железобетонные подпорные стены были серьезно деформированы или опрокинуты, в результате потери несущей способности подстилающего грунта или возрастания горизонтального давления грунта за стеной, вследствие дополнительного горизонтального ускорения. Армогрунтовые стены, напротив, благодаря своей гибкости получили лишь незначительные повреждения и не нуждались в реконструкции.

Армогрунтовые насыпи, в которых армирование выполняется с устройством так называемого «обратного анкера». В этой конструкции выполняется послойное заворачивание каждого слоя грунта в армирующее полотнище. Однако геосинтетический материал передней части армогрунтовой насыпи оказывается незащищенным от воздействий погодно-климатических факторов, которые сильно снижают прочностные показатели геосинтетики при долговременной эксплуатации, и, кроме того, материал оказывается незащищенным от вандализма. В качестве защиты армирующих полотен в таких сооружениях предусматривается дополнительная облицовка откосов. Облицовочные элементы защищают, но не являются несущими элементами армонасыпи. Следует отметить, что операция устройства «обратного анкера» с обязательным его натяжением является крайне нетехнологичной.

Принципиально иной армоконструкцией является такая, в которой функции облицовочного и несущего элемента совмещены, что позволяет исключить нетехнологичную операцию устройства «обратного анкера».

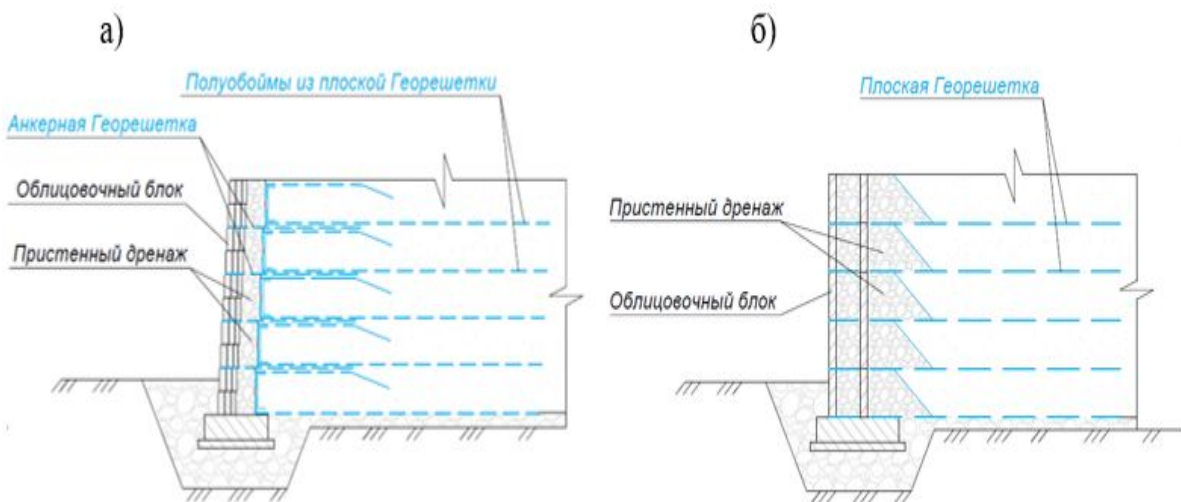
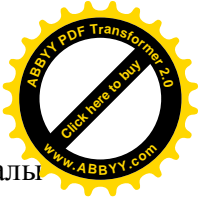


Рис. 1. Две основные группы подпорных стен из армированного грунта:
а) С пассивной облицовочной системой; б) С активной облицовочной системой.



Для армирования используются различные геосинтетические материалы: геотекстильные полотна, плоские одноосно и двуосноориентированные решетки и сетки. В основном, сырье, из которого производятся георешетки и геосетки имеют склонность к ползучести, что для подпорных стен является важным параметром. Удлинение при действии статической нагрузки может привести к обрушению лицевой части стены. Этот недостаток компенсируется соответствующим коэффициентом, учитывающим ползучесть, что приводит к необходимости использовать геоматериал с паспортной прочностью, в разы большей, по сравнению с расчетной. Так же в конструкциях подпорных стен применяют дополнительные металлические анкера, для уменьшения вероятности отклонения лицевой части. Поскольку металл не устойчив к коррозии, влияние данных анкеров на устойчивость подпорной стены будет нести временный характер (10-20 лет). Предлагается более эффективное решение - использование в качестве армирующего элемента металлизированную георешетку, которая формируется из полос на основе проволоки стальной углеродистой пружинной. Полосы изготавливаются методом протяжки основы через расплав полимера. Данная решетка обладает низкой ползучестью за счет наличия металлических жил внутри полимерных полос, что способствует уменьшению деформаций армогрунтовой подпорной стены.

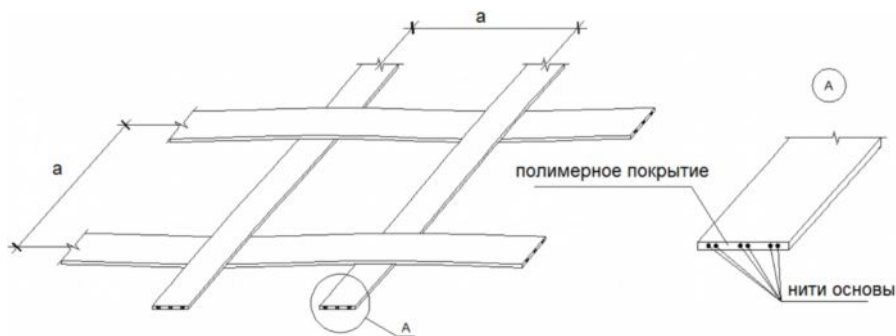


Рис. 2. Общий вид металлизированной георешетки

При расположении в грунте в пределах сектора растягивающих деформаций армирование нарушает однородный характер деформаций, который существовал бы при отсутствии арматуры, и препятствует образованию в грунте непрерывных поверхностей обрушения, в результате чего грунт приобретает повышенную жесткость и прочность на сдвиг. По мере того, как грунт деформируется, в нем мобилизуется сопротивление сдвигающим нагрузкам, а деформации грунта вызывают деформацию арматуры, что приводит к дальнейшему возрастанию прочности армированного грунта. Сооружения из армированного грунта с вертикальной стенкой проектируются в соответствии с принципами механики грунтов.

Анализ обычно выполняется в двух аспектах:

- 1) Внутренний анализ охватывает все вопросы, связанные с механизмом внутреннего состояния: определение напряжений в сооружении, расположение арматуры, надежность арматуры и свойства обратной засыпки. При проектировании необходимо учитывать, что внутренний анализ существенно связан с механизмом адгезионного разрушения и разрыва;

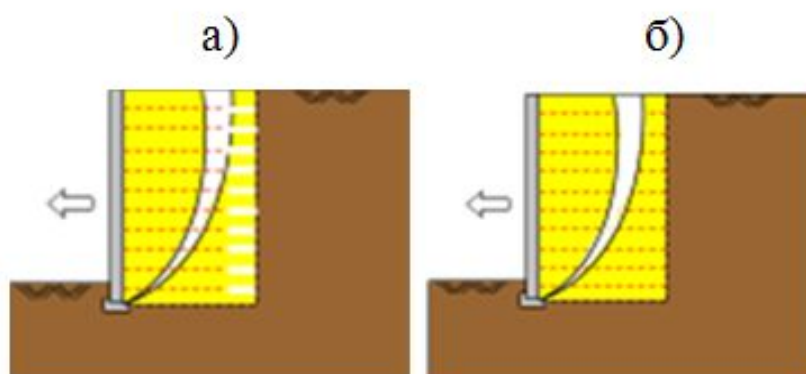


Рис. 3. а) Прочность анкировки, б) Прочность армоэлемента

2) Внешний анализ связан с общей устойчивостью сооружения из армированного грунта как целого, включая разрушение от сдвигах самого сооружения. Механизмы разрушения такого характера показаны.



Рис. 4. Механизмы разрушения армогрунтового сооружения

Кроме того, должны учитываться напряжения, возникающие в сооружении из армированного грунта при воздействии особых внешних условий, таких, как ползучесть грунта основания.



Рис. 5. Механизм ползучести грунта сооружения

Общая устойчивость сооружения из армированного грунта обычно рассматривается таким же образом, как в случае грунтовых массивов или традиционных подпорных сооружений. Оценка устойчивости для всех механизмов разрушения осуществляется относительно:

- поступательного перемещения по основанию;
- потери несущей способности грунта под подошвой;
- образования кругло цилиндрической поверхности обрушения.

В случаях, когда основание сооружений представлено достаточно прочными грунтами, такой подход оказывается приемлемым, но для малопрочных грунтов присущая массиву из армированного грунта способность стабилизировать слабое основание не реализуется. При таких обстоятельствах требуется более реалистичный подход к проблеме устойчивости. Следовательно, при рассмотрении общей



устойчивости, наряду с напряжениями сдвига и мобилизуемой прочностью грунтов основания, дополнительно учитываются характеристики полной осадки грунтового сооружения и любой удерживаемой им насыпи.

Основными достоинствами грунтовых сооружений являются их принципиальная простота, легкость возведения, снижение стоимости строительства. Признанию и распространению конструкций из армированного грунта способствовали технический и коммерческий успех их практического использования. Применение различных материалов связано с совершенствованием грунтовых сооружений.

Список литературы

1. Джоунс К.Д. Сооружения из армированного грунта: перевод с английского [Текст] / К.Д. Джоунс, В.С. Забавина // под ред. В.Г. Мельника. – М.: Стройиздат., 1989. – 279 с.
2. Тяпочкин А.В. Совершенствование конструктивно-технологических решений армогрунтовых насыпей с подпорными стенами [Текст]: дис. канд. техн. наук: 05.23.11 / А.В. Тяпочкин. – М.: 2011. – 23 с.
3. Костоусов А.Н. Совершенствование методики расчета армогрунтовых стен для усиления земляного полотна [Текст]: дис. канд. техн. наук: 05.22.06 / А.Н. Костоусов. – М.: 2015. – 23 с.