



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

*На основании пункта 1 статьи 1366 части четвертой Гражданского кодекса Российской Федерации патентообладатель обязуется заключить договор об отчуждении патента на условиях, соответствующих установившейся практике, с любым гражданином Российской Федерации или российским юридическим лицом, кто первым изъявил такое желание и уведомил об этом патентообладателя и федеральный орган исполнительной власти по интеллектуальной собственности.*

(21)(22) Заявка: **2012101049/03, 12.01.2012**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**12.01.2012**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **12.01.2012**

(45) Опубликовано: **10.05.2013** Бюл. № 13

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **SU 1562407 A1, 07.05.1990. RU 67670 U1, 27.10.2007. RU 89858 U1, 20.12.2009. RU 2138596 C1, 27.09.1999. RU 2148125 C1, 27.04.2000. US 2005260042 A1, 24.11.2005.**

Адрес для переписки:

**660012, г.Красноярск, ул. Судостроительная,  
123, кв.73, В.П. Ягину**

(72) Автор(ы):

**Ягин Василий Петрович (RU),  
Генкин Сергей Аркадьевич (RU),  
Путивский Сергей Андреевич (RU),  
Мордвинов Андрей Валентинович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Ягин Василий Петрович (RU)**

**(54) НАСЫПЬ И СПОСОБ ЕЕ ВОЗВЕДЕНИЯ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к строительству и может быть использовано при возведении дорожных и гидротехнических земляных сооружений. Насыпь включает послойно отсыпанный горизонтальными слоями с уплотнением грунт с уложенным, по меньшей мере, одним гибким армирующим элементом, который в поперечном сечении насыпи пересекает разделительную границу между устойчивой центральной частью неармированной насыпи и ее неустойчивой приоткосной частью и воспринимает со стороны грунта растягивающие усилия. В пределах устойчивой центральной части насыпи армирующий элемент уложен с образованием горизонтального участка, а в пределах неустойчивой приоткосной части армирующий элемент уложен с образованием

наклонного участка. Переход армирующего элемента от горизонтального участка к его наклонному участку произведен при пересечении армирующим элементом разделительной границы и с образованием криволинейного участка армирующего элемента, а наклонный армирующий участок образует с горизонтом угол  $\beta$ , который удовлетворяет условию  $\alpha/2 \geq \beta > 3^\circ$ , где  $\alpha$  - острый угол между откосом насыпи и горизонтом в диапазоне высоты наклонного участка армирующего элемента. Технический результат состоит в обеспечении удержания от обрушения гибкими армирующими элементами неустойчивой приоткосной части насыпи без допущения ее начального смещения и без снижения устойчивости армированной насыпи по ее глубоким поверхностям скольжения. 2 н. и 5 з.п. ф-лы, 4 ил.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

*According to Art. 1366, par. 1 of the Part IV of the Civil Code of the Russian Federation, the patent holder shall be committed to conclude a contract on alienation of the patent under the terms, corresponding to common practice, with any citizen of the Russian Federation or Russian legal entity who first declared such a willingness and notified this to the patent holder and the Federal Executive Authority for Intellectual Property.*

(21)(22) Application: **2012101049/03, 12.01.2012**(24) Effective date for property rights:  
**12.01.2012**

Priority:

(22) Date of filing: **12.01.2012**(45) Date of publication: **10.05.2013 Bull. 13**

Mail address:

**660012, g.Krasnojarsk, ul. Sudostroitel'naja,  
123, kv.73, V.P. Jaginu**

(72) Inventor(s):

**Jagin Vasilij Petrovich (RU),  
Genkin Sergej Arkad'evich (RU),  
Putivskij Sergej Andreevich (RU),  
Mordvinov Andrej Valentinovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Jagin Vasilij Petrovich (RU)****(54) EMBANKMENT AND METHOD OF ITS ERECTION**

(57) Abstract:

FIELD: construction.

SUBSTANCE: embankment includes soil filled layerwise in horizontal layers with compaction with at least one laid flexible reinforcing element, which in the cross section of the embankment crosses the separation border between the stable central part of the non-reinforced embankment and its unstable near-slope part, and perceives stretching forces at the side of the soil. Within the stable central part of the embankment the reinforcing element is laid to form a horizontal section, and within the unstable near-slope part the reinforcing element is laid to form a sloping section. Transition of the reinforcing element from the horizontal section to its inclined section is made as the reinforcing element crosses

the separation border and with formation of the curvilinear section of the reinforcing element, and the inclined reinforcing section creates with the horizon an angle  $\beta$ , which meets the requirement  $\alpha/2 \geq \beta > 3^\circ$ , where  $\alpha$  - sharp angle between the embankment slope and the horizon in the range of the height of the inclined section of the reinforcing element.

EFFECT: invention provides for retention of an unstable near-slope part of an embankment from collapse with flexible reinforcing elements without its initial displacement and without reduction of reinforced embankment stability along its deep sliding surfaces.

7 cl, 3 dwg

Изобретение относится к строительству и может быть использовано при возведении дорожных и гидротехнических земляных сооружений.

Армирование земляных сооружений с целью повышения степени их устойчивости нашло широкое использование в связи с тем, что возведение земляных сооружений, особенно высоких, часто приходится осуществлять в сложных и стесненных условиях, а также в связи с тем, что появились новые армирующие материалы, в первую очередь геотекстильные (геотекстиль, геосетки, георешетки и т.п.). При этом практика выявила необходимость повышения уровня соответствия расчетных схем реальным условиям работы армирующих элементов в конструкции, поскольку существующие методы расчета армированных насыпей до сих пор носят чрезмерно приближенный характер и не в полной мере учитывают особенности работы армирующего элемента в грунте.

Известна насыпь [1], включающая послойно отсыпанный горизонтальными слоями с уплотнением грунт с уложенными армирующими элементами, при этом в качестве армирующих элементов в верхней и нижней частях насыпи использованы гибкие элементы, а в средней по высоте сечения части дискретно размещены жесткие стержни, заделанные не менее чем на  $2/3$  своей длины в устойчивую часть насыпи (ядро) и сопротивляющиеся срезающим усилиям.

Применение в поперечном сечении насыпи разнотипных армирующих элементов, гибких и жестких, усложняет конструкцию насыпи. При этом в верхней части насыпи гибкие армирующие элементы при образовании трещины разрыва эффективно предотвращают отрыв неустойчивой приоткосной части насыпи от ее устойчивой центральной части, но практически не препятствуют сдвигу неустойчивой боковой части по потенциальной поверхности скольжения. Дополнительно, как это следует из [1], гибкие армирующие элементы «уложены в пределах всего уплотняемого слоя», то есть по всей ширине поперечного сечения насыпи, что обуславливает непроизводительное расходование армирующего материала.

Там же [1] известен способ возведения насыпи, включающий послойную отсыпку горизонтальными слоями с уплотнением грунта и укладку на поверхности слоев гибких армирующих элементов, при этом в средней по высоте сечения насыпи дискретно размещают жесткие стержни, которые заделывают не менее чем на  $2/3$  своей длины в устойчивой центральной части насыпи.

Укладка в поперечном сечении насыпи разнотипных армирующих элементов, гибких и жестких, усложняет ведение работ при возведении насыпи, при этом гибкие армирующие элементы работают непроизводительно.

Известна насыпь [2 или 3], включающая послойно отсыпанный горизонтальными слоями с уплотнением грунт и гибкие армирующие элементы, каждый из которых уложен на поверхность слоя, в поперечном сечении насыпи пересекает разделительную границу между устойчивой центральной частью неармированной насыпи и ее неустойчивой приоткосной частью и воспринимает со стороны грунта растягивающие усилия. При этом разделительная граница представляет собою потенциальную поверхность скольжения (смещения, сдвига, обрушения), по которой установленный коэффициент запаса устойчивости  $K_{уст}$  неармированной насыпи имеет наименьшее значение, но не менее единицы.

Горизонтально расположенные гибкие армирующие элементы при образовании трещин разрыва (закола) эффективно предотвращают отрыв неустойчивой приоткосной части насыпи от ее устойчивой центральной части. Однако такие гибкие армирующие элементы смогут удерживать неустойчивую приоткосную часть от

обрушения по потенциальной поверхности скольжения только после того, как произойдет достаточно значительное начальное смещение неустойчивой приоткосной части, вызывающее такое же значительное начальное деформирование гибкого армирующего элемента [2, рис.2]. При этом деформирование реальной неустойчивой приоткосной части насыпи, а вместе с ней и деформирование гибких армирующих элементов, по мере приближения к откосу насыпи часто происходит с недопустимым нарастанием смещения гребня насыпи вниз, особенно в случае несвязных или слабо связных грунтов. Этому не соответствует смещение-кручение «отвердевшей» приоткосной части, принятое в гипотезе метода смещения, которая до настоящего времени является основной при расчете армирования насыпей [2 и 3]. Все это снижает надежность такой армированной насыпи и ведет к излишнему расходованию армирующего материала, следовательно, и к увеличению затрат.

Там же [2 и 3] известен способ возведения насыпи, включающий послойную отсыпку горизонтальными слоями с уплотнением грунта и укладку на поверхности слоев гибких армирующих элементов, каждый из которых в поперечном сечении насыпи пересекает разделительную границу между устойчивой частью насыпи и ее неустойчивой приоткосной частью и воспринимает со стороны грунта растягивающие усилия. При этом за разделительную границу принимают поверхность скольжения, по которой установленный коэффициент запаса устойчивости  $K_{уст}$  неармированной насыпи имеет наименьшее значение, но не менее единицы.

Поскольку установленный коэффициент запаса устойчивости  $K_{уст}$  по потенциальной поверхности скольжения часто существенно меньше требуемого коэффициента  $K_{тр}$ , то принятие потенциальной поверхности скольжения за разделительную границу [2, рис.2] снижает устойчивость армированной насыпи по ее более глубоким поверхностям скольжения.

Действительно, часть насыпи, заключенная между двумя поверхностями скольжения, по одной из которых установленный коэффициент запаса устойчивости  $K_{уст}$ , а по другой требуемый  $K_{тр}$ , имеет недостаточный запас устойчивости, поэтому полагать, что в этой части насыпи гибкий армирующий элемент заделывается и удерживается, по нашему мнению, не следует. Напротив, устойчивость указанной части насыпи посредством гибкого армирующего элемента следует повысить и довести степень ее устойчивости до требуемой величины  $K_{тр}$ , что повысит надежность армированной насыпи в целом.

Единый технический результат, достигаемый при осуществлении заявляемой группы изобретений, заключается в обеспечении удержания от обрушения гибкими армирующими элементами неустойчивой приоткосной части насыпи без допущения ее начального смещения и без снижения устойчивости армированной насыпи по ее глубоким поверхностям скольжения.

Указанный технический результат достигается тем, что насыпь включает послойно отсыпанный горизонтальными слоями с уплотнением грунт с уложенным, по меньшей мере, одним гибким армирующим элементом, который в поперечном сечении насыпи пересекает разделительную границу между устойчивой центральной частью неармированной насыпи и ее неустойчивой приоткосной частью и воспринимает со стороны грунта растягивающие усилия. При этом в пределах устойчивой центральной части насыпи армирующий элемент уложен с образованием горизонтального участка, а в пределах неустойчивой приоткосной части армирующий элемент уложен с образованием наклонного участка. Переход армирующего элемента от горизонтального участка к его наклонному участку произведен при пересечении

армирующим элементом разделительной границы и с образованием криволинейного участка армирующего элемента, а наклонный армирующий участок образует с горизонтом угол  $\beta$ , который удовлетворяет условию

$$\alpha/2 \geq \beta > 3^\circ,$$

где  $\alpha$  - острый угол между откосом насыпи и горизонтом в диапазоне высоты наклонного участка армирующего элемента.

Дополнительно:

- разделительная граница представляет собою поверхность скольжения, по которой коэффициент запаса устойчивости неармированной насыпи соответствует требуемому значению  $K_{тр}$ ;

- в случае выполнения армирующего элемента в виде геосетки на криволинейном участке геосетка уложена на гибкую прокладку, которая предотвращает вдавливание геосетки в подстилающий грунт;

- геосетка выполнена из полос путем их сваривания в узлах плетения, при этом каждая полоса изготовлена из пластмассы и содержит в себе вытянутые вдоль полосы стальные проволоки.

Новым является расположение гибкого армирующего элемента в насыпе.

Именно расположение армирующего элемента в насыпе с образованием в пределах ее неустойчивой приоткосной части наклонного участка, образующего с горизонтом в ограниченных пределах острый угол, обеспечивает удержание неустойчивой приоткосной части от обрушения без допущения ее начального смещения.

Указанный технический результат достигается тем, что способ возведения насыпи включает послонную отсыпку горизонтальными слоями с уплотнением грунта с уложенным, по меньшей мере, одним гибким армирующим элементом, который в поперечном сечении насыпи пересекает разделительную границу между устойчивой частью насыпи и ее неустойчивой приоткосной частью и воспринимает со стороны грунта растягивающие усилия. За разделительную границу принимают поверхность скольжения, по которой коэффициент запаса устойчивости неармированной насыпи соответствует требуемому значению  $K_{тр}$ . В пределах устойчивой части насыпи армирующий элемент укладывают с образованием горизонтального участка, а в пределах неустойчивой приоткосной части армирующий элемент укладывают с образованием наклонного участка. Переход армирующего элемента от горизонтального участка к его наклонному участку производят при пересечении армирующим элементом разделительной границы с образованием криволинейного участка армирующего элемента, а наклонный участок армирующего элемента укладывают к горизонту под углом  $\beta$ , удовлетворяющим условию

$$\alpha/2 \geq \beta > 3^\circ,$$

где  $\alpha$  - острый угол между откосом насыпи и горизонтом в диапазоне высоты наклонного участка армирующего элемента.

Дополнительно:

- сначала определяют величину растягивающих усилий, действующих на наклонный участок армирующего элемента в виде силы  $P_{накл}$ , затем определяют величину растягивающих усилий, действующих на горизонтальный участок армирующего элемента в виде силы  $P_{гор}$ , и величину реакции со стороны грунта на криволинейном участке армирующего элемента в виде равнодействующей силы  $P_{гр}$ , обусловленной действиями сил  $P_{накл}$  и  $P_{гор}$ , после чего определяют необходимую длину горизонтального участка  $L_{гор}$  армирующего элемента;

- величины сил  $P_{гор}$  и  $P_{гр}$  определяют графически путем построения замкнутого

многоугольника трех сил  $P_{\text{накл}}$ ,  $P_{\text{гор}}$  и  $P_{\text{гр}}$ .

Новым является прежде всего место перехода гибкого армирующего элемента от горизонтального положения к наклонному положению.

5 Именно осуществление перехода от горизонтального положения к наклонному положению, произведенному гибким армирующим элементом при пересечении им поверхности скольжения, по которой коэффициент запаса устойчивости неармированной насыпи соответствует требуемому значению  $K_{\text{тр}}$ , обеспечивает достижение ранее указанного технического результата: удержание неустойчивой приоткосной части от обрушения без допущения ее начального смещения и без снижения устойчивости армированной насыпи по ее глубоким поверхностям скольжения.

15 Проведенный заявителем анализ уровня техники позволил установить, что аналоги, характеризующиеся совокупностями признаков, тождественными с совокупностями признаков заявленных насыпи и способа возведения насыпи, отсутствуют. Следовательно, каждое из заявленных изобретений соответствует условию патентоспособности «новизна».

20 Результаты поиска известных решений в данной и смежных областях техники с целью выявления признаков, совпадающих с отличительными признаками каждого заявляемого изобретения, показал, что они не следуют явным образом из уровня техники. Из уровня техники не выявлена известность влияния предусматриваемых существенными признаками каждого из заявленных изобретений преобразований на достижение указанного технического результата. Следовательно, каждое из заявленных изобретений соответствует условию патентоспособности «изобретательский уровень».

30 В настоящей заявке на выдачу патента соблюдено требование единства изобретения, поскольку способ возведения предназначен для создания заявляемой насыпи. Заявленные изобретения направлены на получение одного и того же общего технического результата - обеспечение удержания от обрушения гибкими армирующими элементами неустойчивой приоткосной части насыпи без допущения ее начального смещения и без снижения устойчивости армированной насыпи по ее глубоким поверхностям скольжения.

35 На фиг.1 изображена насыпь, армированная гибкими элементами, поперечный разрез; на фиг.2 - фрагмент армирующей сетки, план; на фиг.3 - сечение А-А на фиг.2; на фиг.4 - замкнутый многоугольник действующих на гибкий армирующий элемент трех сил  $P_{\text{накл}}$ ,  $P_{\text{гор}}$  и  $P_{\text{гр}}$ .

40 Пример. Насыпь расположена на качественном нескальном основании 1, ее откос 2 образует с горизонтом острый угол  $\alpha$ , а на гребне 3 насыпи равномерно распределена нагрузка  $p$ .

45 Насыпь включает послойно отсыпанный семью горизонтальными слоями с уплотнением грунт, нумерация которых принята сверху вниз (фиг.1, слои 1-7), и уложенные по высоте насыпи три гибких армирующих элемента, соответственно, нижний 4, средний 5 и верхний 6.

50 Армирующие элементы, нижний 4 и средний 5, в поперечном сечении насыпи пересекают разделительную границу 7 между устойчивой центральной частью 8 неармированной насыпи и ее неустойчивой приоткосной частью 9 и воспринимают со стороны грунта растягивающие усилия. Армирующие элементы, нижний 4 и средний 5, уложены в пределах устойчивой части 8 с образованием горизонтальных участков соответственно 10 и 11, а в пределах неустойчивой приоткосной части с образованием

наклонных участков соответственно 12 и 13. Переход армирующих элементов 4 и 5 от их горизонтальных участков 10 и 11 к их наклонным участкам 12 и 13 произведен плавно при пересечении армирующими элементами разделительной границы 7 и с образованием криволинейных участков соответственно 14 и 15. При этом

$$\alpha/2 \geq \beta > 3^\circ,$$

где  $\alpha$  - острый угол между откосом насыпи и горизонтом в диапазоне высоты наклонного участка армирующего элемента.

При армировании насыпи геотекстилями для вывода из насыпи дренажной воды обычно принимают уклон армирующего элемента в сторону откоса в пределах 2-х-3-х градусов, что и определяет нижний предел наклона участка армирующего элемента угла  $\beta > 3^\circ$ .

Конструктивно-технологические соображения, а также стремление предотвратить непродуктивное удлинение наклонного участка армирующего элемента, обуславливает верхний предел наклона армирующего элемента угол  $\beta \leq \alpha/2$ .

Армирующие элементы, нижний 4 и средний 5, каждый выполнен, например, в виде геосетки 17 (фиг.2). Эта геосетка 17 на криволинейных участках 14 и 15 может быть уложена на гибкую прокладку 18, которая предотвратит вдавливание геосетки 17 в подстилающий грунт.

Целесообразно геосетку 17 выполнить из полос 19 путем их сваривания в узлах плетения (пересечения) 20. При этом каждая полоса 19 может быть изготовлена из пластмассы и содержит в себе вытянутые вдоль полосы 19 стальные проволоки 21 (фиг.3), источник [4]. В этой геосетке 17 полосы 19 в существенной мере предотвращают на криволинейных участках 14 и 15 продавливание грунта через ячейки 22 геосетки 17, поэтому гибкая прокладка 18 может не укладываться.

Верхний армирующий элемент 6 (на фиг.1 изображен пунктиром) расположен в пределах неустойчивой боковой части 9, выполнен из геотекстиля, например дорнита, так же работает на растяжение и предотвращает смещение грунта в верхней локальной части насыпи при одновременном ее дренировании.

Способ возведения описанной насыпи заключается в послойной отсыпке снизу вверх горизонтальными слоями грунта (слои 7-1) и в укладке гибких армирующих элементов нижнего 4, среднего 5 и верхнего 6.

Армирующие элементы, нижний 4 и средний 5, в поперечном сечении насыпи пересекают разделительную границу 7 между устойчивой центральной частью 8 насыпи и ее неустойчивой приоткосной частью 9 и воспринимают со стороны грунта растягивающие усилия. При этом за разделительную границу 7 принимают поверхность скольжения 16, по которой коэффициент запаса устойчивости неармированной насыпи с учетом местных условий соответствует требуемому значению, например,  $K_{тр}=1,4$ . Армирующие элементы нижний 4 и средний 5 укладывают в пределах устойчивой части 8 с образованием горизонтальных участков, соответственно, 10 и 11, а в пределах неустойчивой приоткосной части с образованием наклонных участков, соответственно, 12 и 13. Переход армирующих элементов 4 и 5 от их горизонтальных участков 10 и 11 к их наклонным участкам 12 и 13 производят плавно при пересечении армирующими элементами разделительной границы 7, то есть поверхности скольжения 16, и с образованием криволинейных участков

соответственно 14 и 15. Наклонные участки 12 и 13 армирующих элементов 4 и 5 укладывают к горизонту под углом  $\beta$ , удовлетворяющим условию

$$\alpha/2 \geq \beta > 3^\circ,$$

где  $\alpha$  - острый угол между откосом насыпи и горизонтом в диапазоне высоты  
5 наклонного участка армирующего элемента.

За поверхность скольжения 16, по которой коэффициент запаса устойчивости неармированной насыпи соответствует требуемому значению  $K_{Тр}$ , принимают, например, круглоцилиндрическую поверхность скольжения (КЦПС), положение  
10 которой может быть определено следующим образом.

Сначала определяют положение КЦПС 23 с центром О, которая имеет радиус  $R_{уст}$ , проходит через подошву откоса 2, точку А, и по которой в неармированной насыпи установленный коэффициент запаса устойчивости наименьший, например,  $K_{уст}=1,1$ .  
15 После чего определяют положение КЦПС 16 с тем же центром О. Эта КЦПС имеет радиус  $R_{Тр}$ , заглублена в скальное основание 1, а коэффициент запаса устойчивости по ней в неармированной насыпи равен требуемому значению, например,  $K_{Тр}=1,4$ .

Из фиг.1 наглядно следует, что часть 24 насыпи, заключенная между двумя  
20 поверхностями скольжения 23 и 16, по одной из которых коэффициент запаса устойчивости  $K_{уст}$ , а по другой  $K_{Тр}$ , имеет в неармированной насыпи недостаточный запас устойчивости. Поэтому армирующий элемент в этой части 24 насыпи должен повышать устойчивость, т.е. иметь наклонный вид, а не горизонтальный, как это следует из [2 и 3].

Расчет устойчивости насыпи, прежде всего растягивающих усилий в каждом  
25 армирующем элементе, осуществляют в соответствии с механикой грунтов и учетом напряженно-деформированного состояния насыпи. При этом на основании математического моделирования приспособливают существующие программные комплексы или создают новые.

Сначала определяют величину растягивающих усилий, действующих на наклонный  
30 участок армирующего элемента в виде силы  $P_{накл}$ , затем определяют величину растягивающих усилий, действующих на горизонтальный участок армирующего элемента в виде силы  $P_{гор}$ , и величину реакции со стороны грунта на криволинейном  
35 участке армирующего элемента в виде равнодействующей силы  $P_{гр}$ , обусловленной действиями сил  $P_{накл}$ . После всего этого определяют необходимую длину горизонтального участка  $L_{гор}$  армирующего элемента.

Поскольку направление действия указанных сил известно, то после определения  
40 величины наклонной силы  $P_{накл}$  величины сил  $P_{гор}$  и  $P_{гр}$  могут быть определены графически путем построения замкнутого многоугольника трех этих сил (фиг.4).

При прочном основании 1, например скальном, исключаящем заглубление в себя  
45 КЦПС 16, положение этой поверхности КЦПС 16 определяют из условия ее проведения из нового центра и касания поверхности этого прочного основания. На чертежах этот случай не отображен.

Основные особенности работы насыпи заключаются в следующем.

1. Армирующие элементы, нижний 4 и средний 5, включаются в работу по  
обеспечению удержания от обрушения неустойчивой приоткосной части 9  
50 одновременно с возведением насыпи и без допущения в ней значительных начальных смещений и образования трещин-заколов. Малозначимые же смещения грунта в неустойчивой приоткосной части 9 обуславливаются, прежде всего, деформацией растяжения самих армирующих элементов 4 и 5, которые проявляются в основном в процессе возведения насыпи и не влияют на устойчивость приоткосных частей 9 при



эксплуатации насыпи.

При использовании армирующих элементов в виде сеток 17, выполненных из армированных стальной проволокой 21 пластмассовых полос 19, деформации растяжения армирующего элемента малы, а его вдавливание на криволинейном участке 14 или 15 происходит на малозначимую величину.

2. Армирующие элементы 4 и 5 обеспечивают доведение коэффициента запаса устойчивости по любым глубинным поверхностям скольжения, которые могут быть проведены между поверхностями скольжения 23 и 16, до требуемой величины  $K_{тр}$ . Это происходит за счет того, что недостаточно устойчивую часть 24, заключенную между поверхностями скольжения 23 и 16, пересекают наклонные участки 12 и 13 армирующих элементов нижнего 4 и среднего 5, которые и повышают устойчивость части 24.

Заявленная насыпь может быть возведена с помощью существующих дорожно-строительных машин. Однако для временного образования в слоях 6-3 наклонных поверхностей и их последующего после укладки армирующих элементов 4 и 5 возведения в полном объеме, целесообразно в перспективе разработать и создать новые машины.

КЦПС 23 с  $K_{уст}$  для неармированной насыпи в описании используется, прежде всего, для понимания сущности предлагаемой группы изобретений. При проектировании же реальной насыпи можно не интересоваться положением КЦПС 23, а сразу с учетом качества основания 1, точнее местоположения поверхности его недеформируемого слоя, следует определить положение КЦПС 16 в неармированной насыпи с требуемым коэффициентом запаса устойчивости  $K_{тр}$ . После чего наметить расположение армирующих элементов в насыпи и произвести расчет уже армированной насыпи.

Источники информации

1. Патент Российской Федерации №2138596, кл. E02D 17/18, опуб. 27.09.1999.

2. Семендяев Л.И. Методика расчета насыпей, армированных различными материалами. - М.: Союздорнии, 2001.

3. Методика расчета устойчивости грунтовых насыпей, армированных георешетками. - М.: Союздорнии, 2000.

4. Сетка тоннельная «ТехПолимер». СТО 56910145-006-2011.

Обозначения

1 - основание

2 - откос

3 - гребень

4 - нижний армирующий элемент

5 - средний армирующий элемент

6 - верхний армирующий элемент

7 - разделительная граница

8 - устойчивая центральная часть

9 - неустойчивая приоткосная часть

10 и 11 - горизонтальные участки

12 и 13 - наклонные участки

14 и 15 - криволинейные участки

16 - поверхность скольжения (КЦПС) с  $K_{тр}$

17 - геосетка

18 - гибкая прокладка

- 19 - полоса
- 20 - узел плетения
- 21 - стальная проволока
- 22 - ячейка
- 5 23 - поверхность скольжения (КЦПС) с  $K_{уст}$
- 24 - часть насыпи между поверхностями скольжения 23 и 16

### Формула изобретения

10 1. Насыпь, включающая послойно отсыпанный горизонтальными слоями с уплотнением грунт с уложенным, по меньшей мере, одним гибким армирующим элементом, который в поперечном сечении насыпи пересекает разделительную границу между устойчивой центральной частью неармированной насыпи и ее  
15 неустойчивой приоткосной частью и воспринимает со стороны грунта растягивающие усилия, при этом в пределах устойчивой центральной части насыпи армирующий элемент уложен с образованием горизонтального участка, а в пределах неустойчивой приоткосной части армирующий элемент уложен с образованием наклонного участка, причем переход армирующего элемента от горизонтального участка к его  
20 наклонному участку произведен при пересечении армирующим элементом разделительной границы и с образованием криволинейного участка армирующего элемента, а наклонный армирующий участок образует с горизонтом угол  $\beta$ , который удовлетворяет условию  $\alpha/2 \geq \beta > 3^\circ$ ,

25 где  $\alpha$  - острый угол между откосом насыпи и горизонтом в диапазоне высоты наклонного участка армирующего элемента.

2. Насыпь по п.1, отличающаяся тем, что разделительная граница представляет собою поверхность скольжения, по которой коэффициент запаса устойчивости неармированной насыпи соответствует требуемому значению  $K_{тр}$ .

30 3. Насыпь по п.1, отличающаяся тем, что в случае выполнения армирующего элемента в виде геосетки на криволинейном участке геосетка уложена на гибкую прокладку, которая предотвращает вдавливание геосетки в подстилающий грунт.

4. Насыпь по п.3, отличающаяся тем, что геосетка выполнена из полос путем их сваривания в узлах плетения, при этом каждая полоса изготовлена из пластмассы и  
35 содержит в себе вытянутые вдоль ленты стальные проволоки.

5. Способ возведения насыпи, включающий послойную отсыпку горизонтальными слоями с уплотнением грунта с уложенным, по меньшей мере, одним гибким армирующим элементом, который в поперечном сечении насыпи пересекает  
40 разделительную границу между устойчивой центральной частью насыпи и ее неустойчивой приоткосной частью и воспринимает со стороны грунта растягивающие усилия, при этом за разделительную границу принимают поверхность скольжения, по которой коэффициент запаса устойчивости неармированной насыпи соответствует требуемому значению  $K_{тр}$ , в пределах устойчивой части насыпи армирующий элемент  
45 укладывают с образованием горизонтального участка, а в пределах неустойчивой приоткосной части армирующий элемент укладывают с образованием наклонного участка, причем переход армирующего элемента от горизонтального участка к его наклонному участку производят при пересечении армирующим элементом  
50 разделительной границы с образованием криволинейного участка армирующего элемента, а наклонный участок армирующего элемента укладывают к горизонту под углом  $\beta$ , удовлетворяющим условию  $\alpha/2 \geq \beta > 3^\circ$ ,

где  $\alpha$  - острый угол между откосом насыпи и горизонтом в диапазоне высоты

наклонного участка армирующего элемента.

5 6. Способ по п.5, отличающийся тем, что сначала определяют величину растягивающих усилий, действующих на наклонный участок армирующего элемента в виде силы  $P_{\text{накл}}$ , затем определяют величину растягивающих усилий, действующих на горизонтальный участок армирующего элемента в виде силы  $P_{\text{гор}}$ , и величину реакции со стороны грунта на криволинейном участке армирующего элемента в виде равнодействующей силы  $P_{\text{гр}}$ , обусловленной действиями сил  $P_{\text{накл}}$  и  $P_{\text{гор}}$ , после чего определяют необходимую длину горизонтального участка  $L_{\text{гор}}$  армирующего  
10 элемента.

7. Способ по п.6, отличающийся тем, что величины сил  $P_{\text{гор}}$  и  $P_{\text{гр}}$  определяют графически путем построения замкнутого многоугольника трех сил  $P_{\text{накл}}$ ,  $P_{\text{гор}}$  и  $P_{\text{гр}}$ .

15

20

25

30

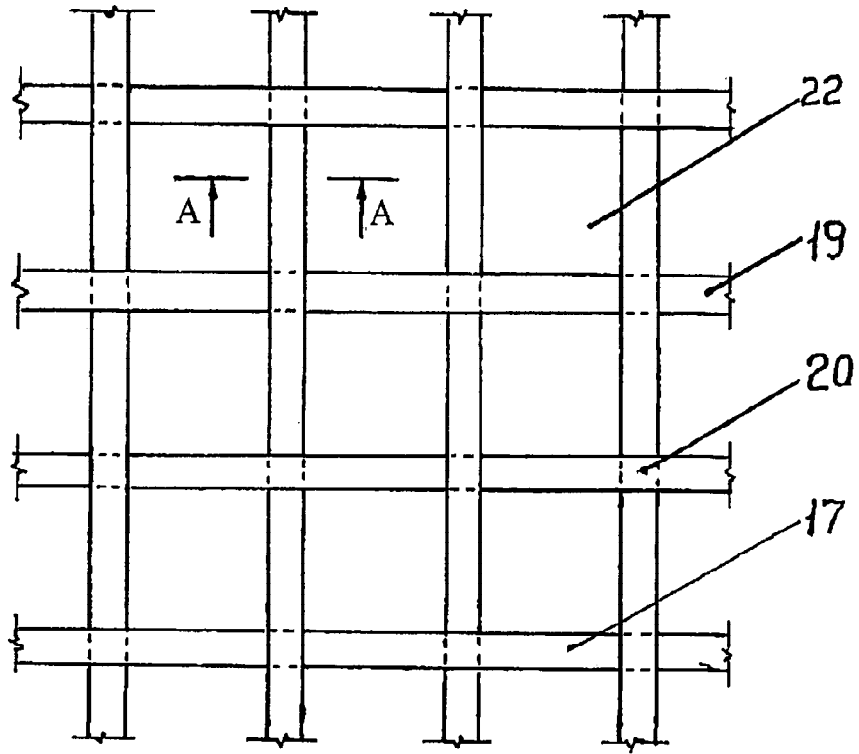
35

40

45

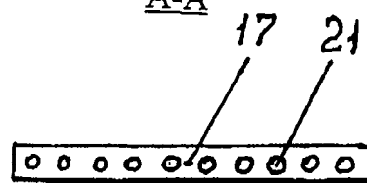
50



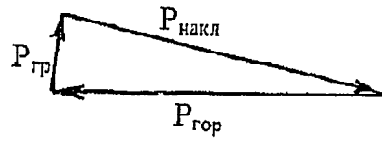


Фиг. 2

A-A



Фиг. 3



Фиг. 4