



РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU** (11) **2 011 733** (13) **C1**
(51) МПК^Е **E 02 B 3/12**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 4906935/15, 04.02.1991

(46) Опубликовано: 30.04.1994

(71) Заявитель(и):

Белорусский политехнический институт

(72) Автор(ы):

Поворотный И.В.,

Карпенчук И.В.,

Шаталов И.М.,

Сурма Н.В.,

Недбальский В.К.,

Чуравский В.А.,

Климков В.Т.

(73) Патентообладатель(ли):

Белорусская государственная политехническая академия

(54) СПОСОБ ВОЗВЕДЕНИЯ КРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВЫХ ОТКОСОВ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ
СООРУЖЕНИЙ

(57) Реферат:

Использование: в гидротехнических сооружениях при закреплении откосов. Сущность изобретения: с целью повышения эффективности работы, фильтрующий материал покрытия откоса выполняют из нетканого волокнистого фильтропласта, поверхности которого имеют различную шероховатость. На одну из поверхностей фильтропласта вкрапляют семена

трав, укладку полотнища фильтропласта производят более шероховатой стороной к откосу с одновременным созданием корня с нового экрана посредством размещения разрезанных автопокрышек сверху и снизу полотнищ фильтропласта. Размещенные сверху автопокрышки частично заполняют пригрузкой. 4 з. п. ф-лы, 9 ил.

RU 2 0 1 1 7 3 3 C 1

RU 2 0 1 1 7 3 3 C 1



RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 011 733** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) Int. Cl.⁵ **E 02 B 3/12**

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **4906935/15, 04.02.1991**

(46) Date of publication: **30.04.1994**

(71) Applicant(s):
BEORUSSKIJ POLITEKHNIČESKIJ INSTITUT

(72) Inventor(s):
**POVOROTNYJ I.V.,
KARPENČUK I.V.,
ŠATALOV I.M.,
SURMA N.V.,
NEĐBAL'SKIJ V.K.,
ČURAVSKIJ V.A.,
KLIMKOV V.T.**

(73) Proprietor(s):
**BEORUSSKAJA GOSUDARSTVENNAJA
POLITEKHNIČESKAJA AKADEMIJA**

(54) **METHOD FOR FIXING EARTH SLOPES OF HYDRAULIC STRUCTURES**

(57) Abstract:

FIELD: fixing slopes of hydraulic structures.
SUBSTANCE: filtering material of slope coating is made of nonwoven fibrous filtering plastic whose surface feature different roughness. Plant seeds are disseminated on one of filtering plastic surfaces. Filtering plastic panel is laid with

its more rough surface onto slope with simultaneous provision of root from new screen by means of placing cut tiers from atop and bottom of filtering plastic panel. Tiers arranged from atop are partially filled with surcharge. EFFECT: higher efficiency. 5 cl, 9 dwg

RU 2 0 1 1 7 3 3 C 1

RU 2 0 1 1 7 3 3 C 1

Изобретение относится к гидротехническим сооружениям и может быть использовано для создания креплений грунтовых откосов при строительстве новых и реконструкции действующих каналов, а также при закреплении откосов транспортных гидротехнических сооружений.

5 Известен способ укрепления откосов, включающий подготовку грунто-травяной смеси, нанесение и закрепление на поверхности откоса указанной смеси (а. с. СССР N 573534, кл. E 02 D 17/20, 1977).

Недостаток данного способа - низкая эрозионная стойкость, особенно в случаях крепления берегов судоходных каналов.

10 Известен также способ создания жесткого покрытия, применяемого при укреплении откосов судоходных каналов, дамб, плотин, в качестве примера может служить способ укрепления откосов гидротехнических сооружений (заявка ФРГ N 2805857, кл. E 02 B 3/16, 1979), согласно которому на выравненную поверхность отсыпанного материала наносится битуминозный слой из песчаного асфальта, на который укладывают полотно

15 полимерной пленки, свариваемые между собой с нахлестом, а поверх пленки наносится защитный слой асфальта.

Недостатки такого типа покрытия - его дороговизна, а также обрушение покрытия в случае фильтрационного выноса частиц подстилающего грунта.

Цель изобретения - повышение эффективности защиты откосов.

20 Способ создания крепления грунтовых откосов заключается в размещении на откосах полотнищ синтетического фильтрующего материала с нахлестом перпендикулярно урезу воды, в котором в качестве фильтрующего материала используют нетканый волокнистый фильтропласт, изготовленный из термопластичного полимера низкого давления, с относительной толщиной $\delta_{\phi}/d_{э.в.} = 30-50$ и максимальным размером пор $d_{\max} < (0,85-$

25 $0,95)d_{\min.гр.}$ - размера минимальных частиц грунта, составляющих не менее 75% гранулометрического состава грунта откоса, с характеристикой интенсивности волнового вымыва грунта из откоса до момента установления динамически равновесного профиля, определяемой из зависимости:

$$30 \quad a_{\phi_i} < a_i = \frac{a_1}{1,3 - c_f \cdot h_{Bi}} \text{ м}^3/\text{ч с м}^2,$$

при $h_{Bi} = (0,2 - 0,1)$ м где h_{Bi} - высота размывающей волны,

c_f - коэффициент удельного сцепления грунта,

$a_i = (\Delta V/\Delta t)_i$ - удельная интенсивность вымыва объема грунта в единицу времени с

35 1 м^2 при высоте воздействующей волны h_{Bi} ,

a_1 - интенсивность вымыва при воздействии на откос волны высотой 1 м, и

составляющая $(0,3-0,4) \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{ч с м}^2$, и имеющей поверхности с неодинаковой шероховатостью, на одной из которых выполнено предварительное вкрапление семян

40 трав. Укладку полотнищ фильтропласта производят более шероховатой стороной к поверхности откоса с одновременным созданием каркасного экрана укладкой разрезанных, использованных автомобильных покрышек сверху и снизу полотнища фильтропласта с частичным заполнением верхних покрышек пригрузкой.

Кроме того, эффективность защиты откосов может быть повышена, если в зоне размыва откоса под основной слой фильтропластового полотнища укладывают дополнительный

45 слой фильтропласта в направлении, ортогональном основной укладке полотнищ. В ряды верхних разрезанных покрышек укладывают неразрезанные покрышки меньшего диаметра, образуя дополнительную искусственную шероховатость всего крепления. Верхний ряд разрезанных и целых покрышек связывают между собой и с нижним рядом покрышек посредством металлических скоб, укрепленных в нижних покрышках через слой

50 фильтропласта, а расположение каркасной сети из покрышек на откосе выполняют в виде прямых или наклонных клеток.

Сущность предлагаемого изобретения и его отличительные признаки заключаются в следующем.

Укладкой на защищаемый откос нетканого волокнистого фильтропласта, изготовленного из термопластичного полимера низкого давления, удается решать задачи по предотвращению разрушения откоса от действия волновой, водной и ветровой эрозией. Производится защита за счет того, что нетканый рулонный фильтропласт формируют в процессе изготовления с требуемыми для обеспечения защиты откоса параметрами.

Структура нетканого полимерного фильтрующего материала представляет собой сочетание хаотически расположенных элементарных волокон и образующихся между ними пор. Полиэтилен низкой плотности высокого давления (ПНВ ВД), переведенный в экструдере в расплавленное состояние с помощью сжатого до 4,5 атм и нагретого до 270-380° С воздуха, наносится в виде волокон на холодную формообразующую поверхность. В отличие от известных способов при этом не требуется дополнительных операций по соединению волокон между собой, т. к. в местах контакта они сплавляются между собой, образуя готовый пористый эластичный фильтрующий материал. К основным его показателям можно отнести:

плотность - 0,15-0,55 г/см³
 пористость - 35-85%
 диаметр волокон - 0,05-0,2 мм
 температура эксплуатации ±80° С
 относительное удлинение при разрыве - 80-150% .

Так, например, изготавливая фильтропластовое полотно с максимальными размерами пор в диапазоне $d_{\text{макс}} < (0,85-0,95)d_{\text{мин.гр}}$, где $d_{\text{мин.гр}}$ - размер минимальных частиц грунта, составляющих не менее 75% гранулометрического состава грунта, удается создать на поверхности откоса под фильтропластом самоотмостку из грунтовых частиц и дополнительно пригрузку нижней подводной части фильтропласта вымытыми из откоса частицами грунта. Создание самоотмостки на поверхности откоса в зоне вымыва происходит в процессе выноса частиц грунта через поры фильтропласта и формирования под слоем фильтропластового полотна структуры грунта из частиц крупных фракций, не способных быть вымытыми через поры материала.

Наиболее эффективным для применения оказываются полотна с относительной толщиной $b_{\text{ф}}/d_{\text{э.в.}} = 30-50$. Обычно при изготовлении полотен используются сопла, из которых формируют расплавленные элементарные волокна с диаметром $d_{\text{э.в.}}$ порядка 0,05-0,2 мм. Таким образом, толщина применяемых полотен может колебаться в диапазоне 1,5-10 мм.

На практике толщина полотен выбирается в зависимости от величины воздействующих факторов, например, высоты размывающей волны $h_{\text{вн}}$, а также технико-экономических показателей, базирующихся на стоимости покрытий. Кроме того, покрытие не должно быть слишком толстым, иначе оно получается жестким и не облегает динамически равновесный профиль откоса, вырабатываемый в процессе эрозии, а зависает над его поверхностью. Тем не менее, покрытие не должно быть и слишком тонким, иначе возможны разрывы сплошности полотен при сосредоточенном приложении значительной динамической нагрузки.

Важным параметром при выборе защитного покрытия может служить характеристика интенсивности полного вымыва грунта из откоса до момента установления его динамически равновесного профиля. Для предложенного материала с заявленными параметрами, такая характеристика может быть определена из зависимости, которая получена путем математической обработки материалов исследования, применительно для защиты песчаных, супесчаных и суглинистых грунтов ($C_f = 0,3-0,35$).

Используя полученную зависимость, можно определить удельную интенсивность вымыва грунта для любой из размывающей волн в диапазоне $h_{\text{вн}} = (0,2-1,0)$ м. В процессе изготовления фильтропластовых полотен получают поверхности с неодинаковой шероховатостью, что обусловлено технологией производства работ. На одну из сторон материала после изготовления производят вкрапление семян трав, которые, прорастая на поверхности откоса, после укладки полотен, способствуют лучшему

сцеплению их с грунтом. Хорошее сцепление грунта с защитным покрытием достигается укладкой полотнищ фильтропласта более шероховатой стороной к поверхности откоса.

Для более эффективной защиты откосов, кроме укладки полотнищ фильтропласта, целесообразна одновременная укладка каркасного экрана, выполняемого из разрезанных использованных автомобильных покрышек, которые размещаются сверху и снизу полотнищ с частичным заполнением верхних покрышек пригрузкой.

Обусловлено это тем, что покрышки позволяют:

- пригрузить полотнища фильтропласта, препятствуя их срыву с защищаемых откосов;
- уменьшить динамическое воздействие льда, плавающих предметов и т. д. на

10 фильтропластовые полотнища;

- усиливать эффективность гашения энергии набегающих на откос волн, за счет создания шероховатости;

- закапывая нижний ряд покрышек разрезанной стороной книзу, существенно повышать сцепляемость с грунтом основания;

15 - соединяя верхний ряд покрышек с нижним рядом через слой фильтропласта, достигнуть надежного прикрепления к грунту не только самих полотнищ фильтропласта, и но и покрышек верхнего ряда, поскольку простое локальное прикрепление шпильками не настолько эффективно, как прикрепление по площади покрышки.

На фиг. 1 представлен разрез А-А на фиг. 6 (а - при использовании неразрезанных покрышек в качестве верхнего ряда, б - то же, в качестве верхнего и нижнего рядов; на 20 фиг. 2 - откос с уложенными основным и дополнительным слоями фильтропласта, поперечный разрез; на фиг. 3 - схема укладки слоев фильтропласта; на фиг. 4 - узел I на фиг. 7; на фиг. 5 - разрез Б-Б на фиг. 7; на фиг. 6 - схема крепления покрышек в виде прямых клеток; на фиг. 7 - то же, в виде наклонных клеток; на фиг. 8 - узел I на 25 фиг. 6; на фиг. 9 - узел II на фиг. 6.

На чертеже показаны защищаемый откос 1, слой защитного фильтропласта 2, верхний ряд неразрезанных использованных а/м покрышек 3, нижний 4 и верхний 5 ряды разрезанных а/м покрышек, дополнительный слой нетканого волокнисто пористого фильтропласта 6, верхний ряд а/м покрышек малого диаметра 7, соединительные 30 металлическое скобы 8, 9 и 10, слой 11 пригрузки (например бетона или камня), самоотмотка 12, отложения грунта 13, шпильки 14, компенсатор 15.

Способ создания крепления грунтовых откосов гидротехнических сооружений осуществляется следующим образом.

На грунтовом откосе 1, нуждающемся в защите от воздействия ветровой, водной и 35 волновой эрозии, для создания защитного крепления на заранее спланированном откосе необходимо произвести следующие операции: уложить нижний ряд 4 разрезанных по периметру использованных автомобильных покрышек таким образом, чтобы торцевой стороной покрышка была обращена к поверхности, а разрезанная сторона уходила вглубь самого откоса; произвести укладку по откосу полотнищ синтетического нетканого 40 волокнистого фильтропласта 2. Следует заметить, что фильтропласт укладывается по всей высоте откоса до дна, причем полотнища укладываются с нахлестом и перпендикулярно урезу воды, с устройством компенсатора 15, заделанного в грунт верхней части откоса. Полотнища прикрепляются металлическими шпильками по местам нахлеста с интервалом 0,7-1,0 м, а в нижней донной части, например, пришивкой колец из лозы.

45 Дополнительно отметим, что волокнистое фильтропластовое покрытие заранее изготавливается с определенными параметрами, зависящими от нескольких факторов: от типа грунта и его гранулометрического состава, а также от высоты воздействующей на защищаемый откос волны. При этом требуется, чтобы максимальный размер пор в полотнищах составлял $d_{\text{макс}} < (0,85-0,95) d_{\text{мин.гр.}}$, а интенсивность волнового вымыва грунта $a_{\text{фи}}$ была меньше чем, величина a_i , определяемая по зависимости (1) в диапазоне $h_{\text{вп}} = (0,2-1,0)$ м. Толщина покрытия при этом должна составлять $\delta_{\text{ф}} = (30-50)d_{\text{э.в.}}$.

Кроме того, с целью уменьшения волнового размыва целесообразна укладка дополнительного слоя фильтропласта в зоне волнового воздействия таким образом, чтобы

направление его укладки было ортогонально направлению укладки основных полотнищ (фиг. 3).

Поверху полотнища фильтропласта из использованных а/м покрышек создают каркасный экран. Возможно несколько вариантов такой каркасной сети: а) из неразрезанных покрышек 3 (фиг. 1а); б) из разрезанных а/м покрышек 5 (фиг. 1б). в) создание дополнительной шероховатости из комбинации разрезанных а/м покрышек 5 и неразрезанных покрышек малого диаметра 7 (фиг. 4 и 5).

Покрышки соединяются между собой в рядах с помощью соединительных металлических скоб 8 и 9. Скобы изготавливаются заранее и вставляются в одну сторону соединяемой покрышки, а затем стыкуются по месту с другой покрышкой и загибаются. На фиг. 9 приведен узел крепления неразрезанных покрышек верхнего ряда создаваемой каркасной сети. Пунктиром показано начальное положение соединительной скобы 8, а окончательное положение достигается путем обжима скобы по профилю покрышек и может осуществляться специальным приспособлением. С помощью скоб 9 производится связка разрезанных и целых покрышек верхнего ряда, как показано на фиг. 5. В этом случае заранее вставленные в разрезанные а/м покрышки 5 скобы 9 в дальнейшем укрепляются в целых покрышках 7 меньшего диаметра.

Прикрепление покрышек и фильтропластовых полотнищ 2 и 6 к подстилающему грунту откоса 1 может осуществляться одиночными наклонными металлическими штырями с горизонтальным оголовком либо, как показано на фиг. 5 V-образными двойными штырями 10, поверх которых устраивается слой пригрузки 11 (например - камня - фиг. 4 или бетона фиг. 5). Пригрузка устраивается в полости покрышек частично (лишь в верхней и центральной части). Поскольку в нижней части покрышек пригрузка 13 создается из частиц подстилающего грунта, которые под действием волновой эрозии выносятся через слои защитного покрытия 2 и 6. Тем не менее скатывающиеся по откосу волны будут осаждают эти частицы в полости покрышек (как показано на фиг. 4) и тем самым создавать пригрузку по всему периметру каркасной сети, которая выполняется в виде либо прямых (фиг. 6), либо наклонных клеток (фиг. 7).

После производства всех операций, связанных с предыдущими 3 пунктами осуществляется процесс закрепления создаваемого крепления, который идет в двух направлениях.

Во-первых, под действием волновой и дождевой эрозии из подстилающего грунта откоса через поры защитного фильтропластового полотнища происходит вынос частиц грунта, имеющих размеры меньше пор в применяемом покрытии. Поскольку структура полотнищ выбирается из условия, чтобы размеры пор были $d_{\text{макс}} < (0,85-0,95)d_{\text{мин.гр.}}$ следует ожидать, что произойдет вынос некоторого объема подстилающего грунта из тела откоса и выработка новой образующей откоса, которую и облегают устраиваемое покрытие. Однако этот процесс выноса частиц мелких фракций приводит к тому, что под фильтропластовым покрытием (поры которого с течением времени закольматируются частицами грунта) образуется самоотмокка 12 (фиг. 5) из частиц грунта крупных фракций, которая в дальнейшей эксплуатации препятствует дальнейшему размыву откоса и приводит к созданию динамически устойчивого закрепленного профиля откоса. Образование самоотмокки отмечено лишь в зоне волнового размыва по высоте откоса.

Во-вторых, при помощи семян трав, вкрапленных в слой фильтропластового полотнища (со стороны имеющей большую шероховатость и укладываемую к поверхности откоса) по мере их прорастания (фиг. 8) с помощью развивающейся корневой системы осуществляется закрепление полотнищ фильтропластового покрытия по всей площади создаваемого крепления к телу откоса.

Таким образом, реализуя предложенный способ создания крепления грунтовых откосов гидротехнических сооружений, удается решать поставленную задачу - повышение эффективности защиты откосов. Практическая реализация такого крепления была произведена на одном из участков Днепро-Бугского канала Пинского техникума Белводпути и показала целесообразность его применения в широком масштабе.

Формула изобретения

1. СПОСОБ ВОЗВЕДЕНИЯ КРЕПЛЕНИЯ ГРУНТОВЫХ ОТКОСОВ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ, включающий укладку на откосах полотнищ синтетического фильтрующего

5 материала с нахлестом перпендикулярно к урезу воды и их закрепление, отличающийся тем, что, с целью повышения эффективности защиты откосов, фильтрующий материал выполняют из нетканого волкнистого фильтропласта, который изготавливают из термопластичного полимера высокого давления, с относительной толщиной $\delta_{\phi} / d_{э,в} = 30-$

10 50 максимальным размером пор $d_{\max} < (0,85-0,95)d_{\min гр}$
 где $d_{\min гр}$ - размер минимальных частиц грунта, составляющих не менее 75% гранулометрического состава грунта откоса, и характеристикой интенсивности волнового вымыва грунта из откоса до установления динамически равновесного профиля, определяемой по зависимости

$$15 \quad a_{\phi_i} < a_i = \frac{a_1}{1,3 - c_f \cdot h_{Bi}}, \text{ м}^3/\text{ч} \cdot \text{с} \cdot \text{м}^2$$

при $h_{Bi} = (0,2 - 1,0)$ м,

где h_{Bi} - высота размывающей волны;

c_f - коэффициент удельного сцепления грунта;

20 $a_i = (\Delta V / \Delta t)_i$ - удельная интенсивность вымыва объема грунта в единицу времени при высоте волны h_{Bi} ;

a_1 - интенсивность вымыва при воздействии на откос волны высотой 1 м и составляющая $(0,3 - 0,4) \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{ч} \cdot \text{с} \cdot \text{м}^2$,

25 при этом поверхности фильтропласта выполняют различной шероховатости, а на одну из них осуществляют предварительное вкрапление семян трав, кроме того, укладку полотнищ фильтропласта производят более шероховатой стороной к поверхности откоса с одновременным созданием каркасного экрана посредством размещения разрезанных утилизированных автопокрышек рядами сверху и снизу полотнищ фильтропласта, при этом размещенные сверху автопокрышки частично заполняют пригрузкой.

30 2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что в зоне размыва откоса под основной слой полотнища фильтропласта укладывают дополнительный слой полотнищ фильтропласта в направлении, ортогональном направлению основной укладки полотнищ.

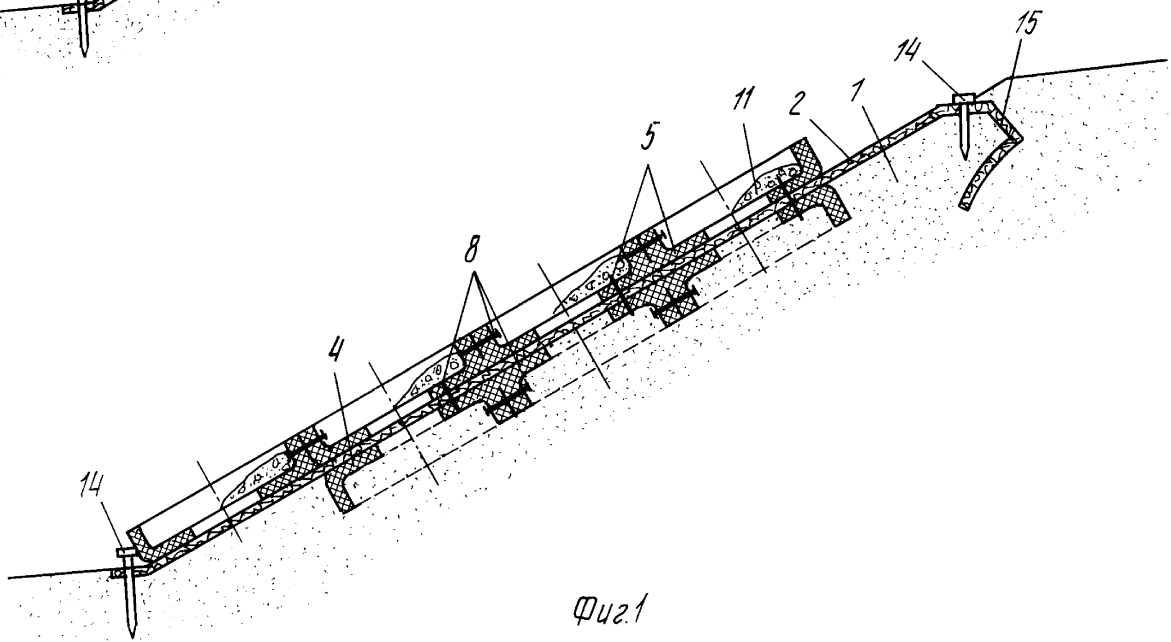
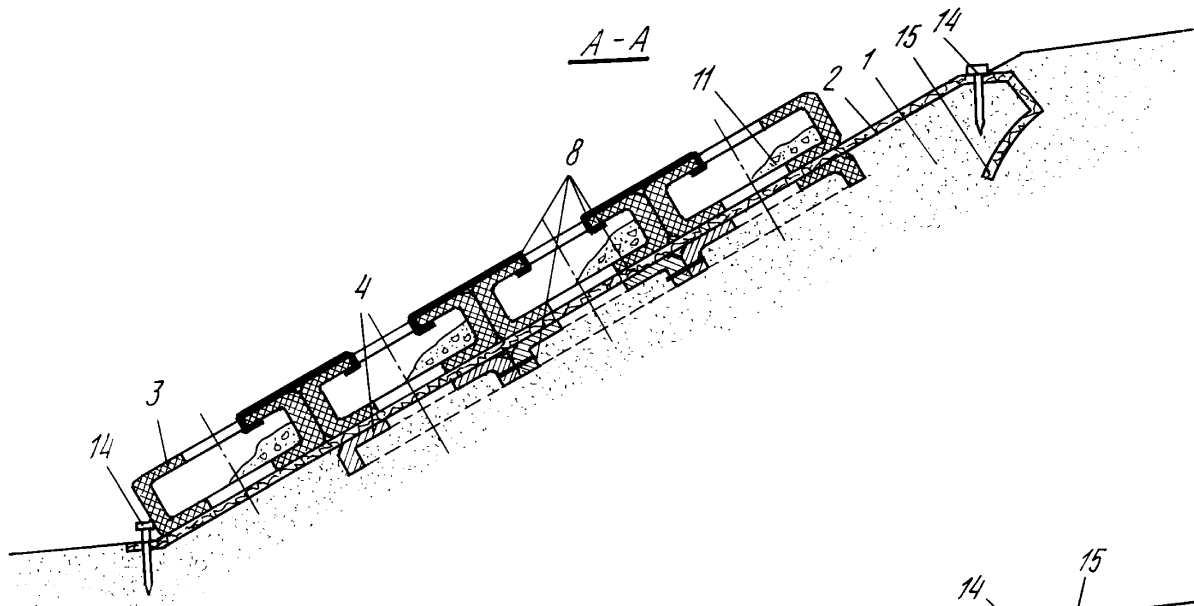
3. Способ по пп. 1 и 2, отличающийся тем, что в ряды размещенных сверху разрезанных автопокрышек укладывают неразрезанные автопокрышки меньшего диаметра, образуя при 35 этом дополнительную искусственную шероховатость всего крепления.

4. Способ по пп. 1 - 3, отличающийся тем, что размещенный сверху ряд разрезанных и целых автопокрышек соединяют между собой и с нижним рядом автопокрышек посредством металлических скоб, которые закрепляют в размещенных снизу автопокрышках через слои фильтропласта.

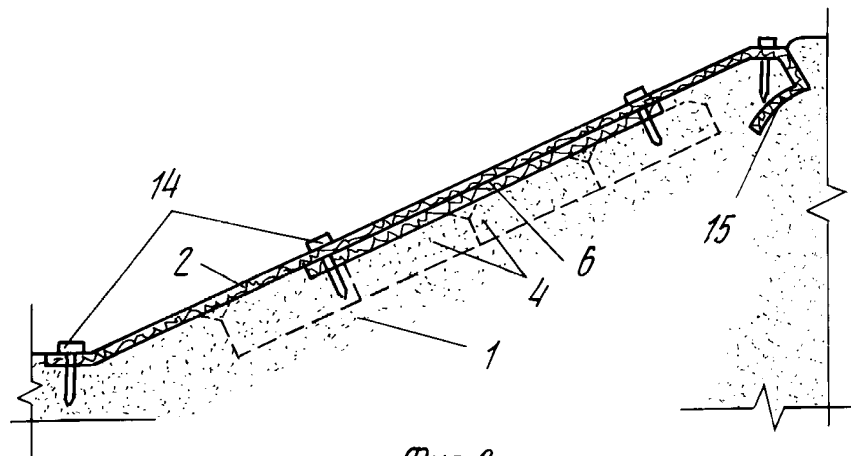
40 5. Способ по пп. 1 - 4, отличающийся тем, что каркасный экран из автопокрышек выполняют из прямых или наклонных клеток.

45

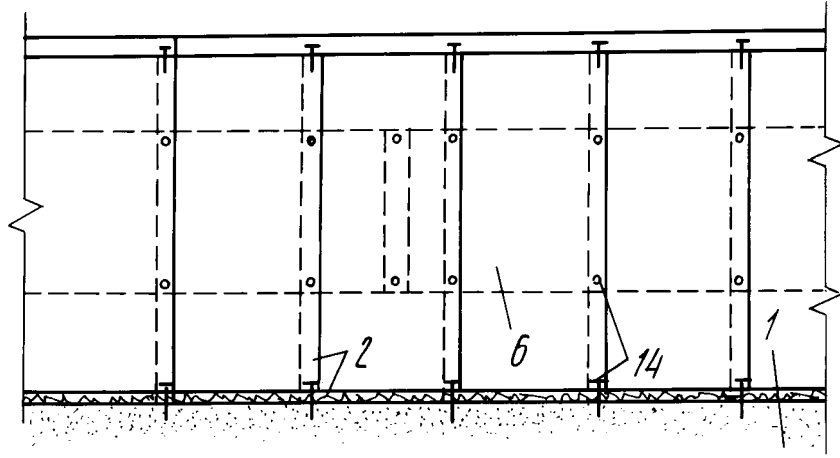
50



Фиг. 1

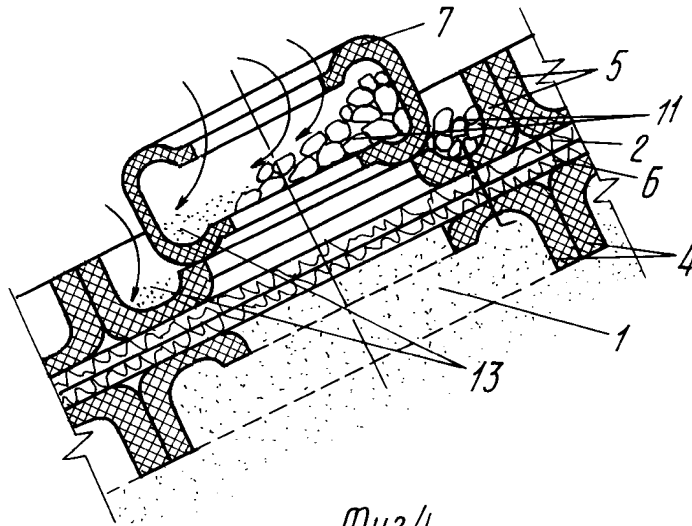


Фиг. 2



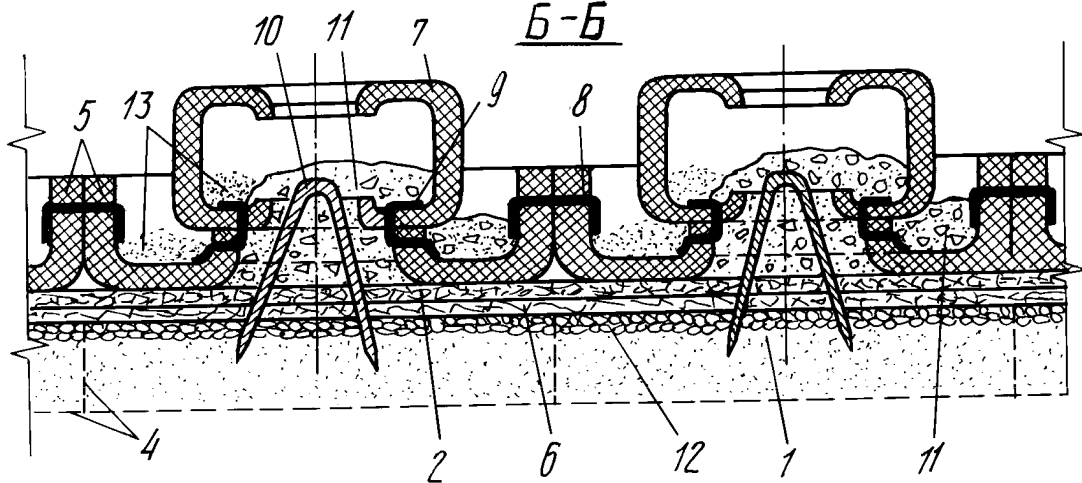
Фиг. 3

I



Фиг. 4

Б-Б



Фиг. 5

