

**ОПИСАНИЕ  
ИЗОБРЕТЕНИЯ  
К ПАТЕНТУ**

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **8916**

(13) **С1**

(46) **2007.02.28**

(51)<sup>7</sup> **Е 04В 1/70**

(54) **СПОСОБ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ  
ПЕРЕУВЛАЖНЕННОГО СЫПУЧЕГО УТЕПЛИТЕЛЯ  
СОВМЕЩЕННОЙ КРОВЛИ**

(21) Номер заявки: а 20031244

(22) 2003.12.30

(43) 2005.06.30

(71) Заявитель: Учреждение образования  
"Брестский государственный тех-  
нический университет" (ВУ)

(72) Авторы: Черноиван Вячеслав Нико-  
лаевич; Самкевич Виталий Ана-  
тольевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-  
зования "Брестский государственный  
технический университет" (ВУ)

(56) RU 2033500 С1, 1995.

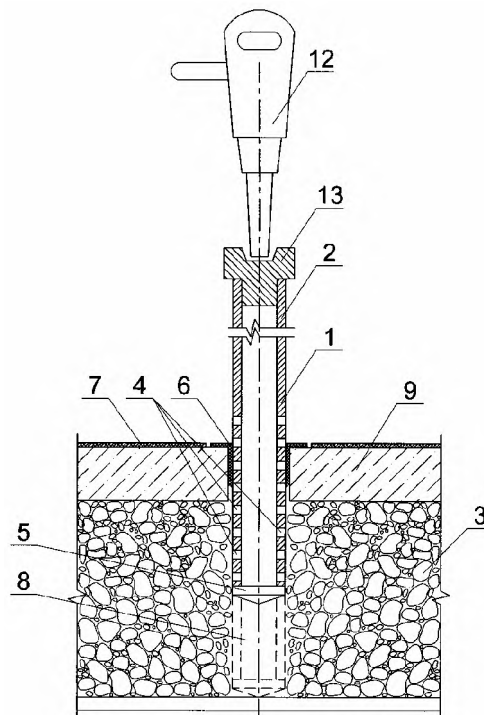
RU 2206675 С2, 2003.

SU 2176705 С2, 2001.

RU 2109885 С1, 1998.

(57)

1. Способ восстановления функциональных свойств переувлажненного сыпучего утеплителя совмещенной кровли, включающий образование отверстий рядами в кровельном покрытии до низа слоя утеплителя и образование выпускных отверстий, по крайней мере, между двумя смежными рядами отверстий, причем в отверстия герметично устанавливают



Фиг. 3

# BY 8916 C1 2007.02.28

инъекторы, перфорированные на толщину утеплителя, через которые продувают утеплитель сжатым воздухом, подают в него под давлением порошкообразную гидрофильную смесь, затем повторно продувают утеплитель сжатым воздухом, после чего извлекают инъекторы и производят восстановление кровельного покрытия в местах его вскрытия отверстиями и выпускными отверстиями.

2. Способ по п. 1, **отличающийся** тем, что в качестве порошкообразной гидрофильной смеси используют смесь с крупностью частиц не более 0,08 мм, содержащую полуводный гипс, портландцемент и пуццолановую добавку при следующем соотношении компонентов, мас. %:

полуводный гипс	55-75
портландцемент	15-25
пуццолановая добавка	10-20.

3. Способ по п. 1 или 2, **отличающийся** тем, что количество  $Q$  подаваемой в утеплитель порошкообразной гидрофильной смеси через один инъектор определяют из выражения:

$$Q \geq \pi \cdot R^2 \cdot \delta \cdot n \cdot A,$$

где  $R$  - радиус распространения гидрофильной смеси в утеплителе;

$\delta$  - толщина утеплителя;

$n$  - пористость утеплителя;

$A$  - коэффициент межзерновой пустотности утеплителя.

4. Способ по любому из пп. 1-3, **отличающийся** тем, что подачу порошкообразной гидрофильной смеси производят под давлением 0,8-0,9 МПа.

5. Способ по любому из пп. 1-4, **отличающийся** тем, что образование отверстий производят в шахматном порядке на расстоянии друг от друга не более  $2 \cdot R \cdot \cos 30^\circ$ .

6. Способ по любому из пп. 1-4, **отличающийся** тем, что образование отверстий производят с их рядовым расположением на расстоянии друг от друга не более  $2 \cdot R \cdot \cos 45^\circ$ .

Изобретение относится к строительству и может быть использовано для восстановления функциональных свойств переувлажненного сыпучего утеплителя совмещенной кровли при выполнении ремонтно-строительных работ.

Известен способ восстановления функциональных свойств переувлажненного сыпучего утеплителя совмещенной кровли, включающий образование отверстий в кровельном покрытии до низа слоя утеплителя, герметичную установку в отверстия вытяжных вентиляционных устройств, перфорированных на толщину утеплителя [1]. Использование известного способа позволяет снизить влажность утеплителя посредством конвективной сушки за счет удаления свободной влаги.

Известный способ обладает целым рядом недостатков:

вследствие конвективной сушки снизить влажность утеплителя ниже 11...12 % не удается;

не решается вопрос восстановления пористой структуры сыпучего утеплителя, уменьшаемой в процессе эксплуатации кровли;

не восстанавливается механическая прочность сыпучего утеплителя;

для получения при конвективной сушке влажности 11...12 % необходимо время не менее 1 месяца, т.е. требуются большие сроки выполнения работ.

В совокупности, вышесказанное определяет низкую эффективность восстановления функциональных свойств сыпучего утеплителя.

Известен также способ восстановления функциональных свойств переувлажненного сыпучего утеплителя совмещенной кровли, включающий образование отверстий в кровельном покрытии до низа слоя утеплителя, герметичную установку в отверстия инъекторов, перфорированных на толщину утеплителя, продувку утеплителя сжатым воздухом,

# BY 8916 C1 2007.02.28

подаваемым через инжекторы, извлечение инжекторов и последующее восстановление кровельного покрытия [2].

Благодаря принудительной вентиляции воздуха через утеплитель возможно более полное, по сравнению с аналогом, удаление свободной влаги из утеплителя при сокращении сроков выполнения работ на 30 %. Однако, даже при принудительной вентиляции снизить влажность утеплителя ниже 9...10 % не удастся и по-прежнему остаются длительными сроки выполнения работ. Кроме того, не решается вопрос восстановления пористой структуры утеплителя и его механической прочности.

Недостаточное удаление влаги из утеплителя, длительные сроки выполнения работ и невозможность восстановления его пористой структуры и механической прочности определяют низкую эффективность восстановления его функциональных свойств.

Задача, на решение которой направлено предлагаемое изобретение, состоит в том, чтобы повысить эффективность восстановления функциональных свойств переувлажненного сыпучего утеплителя за счет снижения коэффициента теплопроводности путем уменьшения влажности и восстановления пористости утеплителя, уменьшения сроков производства работ и восстановления механической прочности утеплителя.

Решение поставленной задачи достигается тем, что в известном способе восстановления функциональных свойств переувлажненного сыпучего утеплителя совмещенной кровли, включающем образование отверстий рядами в кровельном покрытии до низа слоя утеплителя, герметичную установку в отверстия инжекторов, перфорированных на толщину утеплителя, продувку утеплителя сжатым воздухом, подаваемым через инжекторы, извлечение инжекторов и последующее восстановление кровельного покрытия, после продувки сжатым воздухом утеплителя производят подачу в него через инжекторы под давлением 0,8...0,9 МПа порошкообразной гидрофильной смеси, а затем повторную продувку утеплителя сжатым воздухом, причем в качестве гидрофильной смеси используют смесь с крупностью частиц не более 0,08 мм состава по массе: полуводный гипс - 55...75 %; портландцемент - 15...25 %; пуццолановая добавка - 10...20 %.

При этом количество подаваемой в утеплитель порошкообразной гидрофильной смеси через один инжектор определяется по выражению:

$$Q \geq \pi \cdot R^2 \cdot \delta \cdot n \cdot A,$$

где  $R$  - радиус распространения гидрофильной смеси в утеплителе;

$\delta$  - толщина утеплителя;

$n$  - пористость утеплителя;

$A$  - коэффициент межзерновой пустотности утеплителя.

Образование отверстий производят в шахматном порядке на расстоянии друг от друга не более  $2 \cdot R \cdot \cos 30^\circ$  или с рядовым расположением на расстоянии друг от друга не более  $2 \cdot R \cdot \cos 45^\circ$ , причем, по крайней мере, между двумя смежными рядами отверстий образуют выпускные отверстия.

Подача в переувлажненный сыпучий утеплитель через инжекторы под давлением порошкообразной гидрофильной смеси, состоящей из полуводного гипса, цемента и пуццолановой добавки, позволяет снизить влажность утеплителя до 7 % за счет более полного удаления свободной влаги, которая используется на образование двуводного гипса и цементного камня, обеспечить восстановление пористости и механической прочности утеплителя за счет контактного омоноличивания и снизить сроки выполнения работ, что определяет повышение эффективности восстановления функциональных свойств сыпучего утеплителя.

Изобретение поясняется чертежами, где на фиг. 1 изображена схема образования отверстий в кровельном покрытии в шахматном порядке; на фиг. 2 то же, с рядовым расположением отверстий; на фиг. 3 - процесс установки инжекторов в отверстия в кровельном покрытии, разрез; на фиг. 4 - процесс подачи через инжекторы в сыпучий утеплитель порошкообразной гидрофильной смеси; на фиг. 5 - процесс восстановления кровельного по-

## BY 8916 C1 2007.02.28

крытия в местах устройства отверстий. Обозначения: 1 - инжекторы; 2 - труба; 3 - утеплитель; 4 - перфорация; 5 - металлическая заглушка; 6 - уплотнительная шайба; 7 - кровельное покрытие; 8 - отверстия; 9 - цементно-песчаная стяжка; 10 - гидрофильная смесь; 11 - выпускные отверстия; 12 - отбойный молоток; 13 - наголовник; 14 - компрессор; 15 - емкость для гидрофильной смеси; 16 - распределительный коллектор; 17 - соединительные шланги; 18 - пробки; 19 - заплаты.

Для реализации способа используются инжекторы 1, каждый из которых выполнен из стальной трубы 2 (фиг. 3) диаметром 20 мм. В рабочей (нижней) части трубы 2 на толщину сыпучего утеплителя 3 выполнена перфорация 4 в виде отверстий диаметром 3 мм. В торце рабочей части трубы 2 приварена металлическая заглушка 5. Для обеспечения герметичного соединения инжекторов 1 с кровлей используется уплотнительная шайба 6 из резины (фиг. 3).

Способ реализован следующим образом.

Вначале в кровельном покрытии 7 образуют отверстия 8 до низа утеплителя 3 посредством электродрели или перфоратора. Для предотвращения разрушения выравнивающей цементно-песчаной стяжки 9 при нагнетании гидрофильной смеси 10 и продувке утеплителя 3 сжатым воздухом через инжекторы 1 отверстия 8 сверлятся по всей площади участка кровли, на котором выполняются работы, и, по крайней мере, между двумя смежными рядами отверстий образуют дополнительные выпускные отверстия 11.

Образование отверстий 8 можно производить в шахматном порядке в плане на расстоянии друг от друга не более  $2 \cdot R \cdot \cos 30$  (фиг. 1) или с рядовым расположением на расстоянии друг от друга не более  $2 \cdot R \cdot \cos 45$  (фиг. 2), где  $R$  - радиус распространения гидрофильной смеси в утеплителе 3. При выдерживании указанных расстояний обеспечивается полное заполнение гидрофильной смесью 10 свободного пространства в утеплителе 3. При шахматном размещении отверстий 8 их следует располагать от парапета на расстоянии не более  $0,5 \cdot R$  (фиг. 1), а при рядовом размещении - не более  $R \cdot \cos 45^\circ$  (фиг. 2).

Далее производится установка в отверстия 8 инжекторов 1, что рационально производить посредством отбойного молотка 12 и наголовника 13, устанавливаемого на верхнем торце инжектора 1 (фиг. 3). Целесообразно производить рядовую установку инжекторов 1, причем вначале устанавливают инжекторы 1 в наиболее удаленном от выпускных отверстий 11 ряду, в этом случае для выполнения работ требуется количество инжекторов 1, равное количеству отверстий 8 в одном ряду. Возможно также использование одного инжектора 1, который последовательно переставляется из одного отверстия 8 в другое в направлении к выпускным отверстиям 11, однако при этом обеспечивается низкая производительность выполнения работ.

После завершения установки инжекторов 1 в ряду в течение 5...6 с выполняется продувка слоя утеплителя 3 сжатым воздухом под давлением 0,8...0,9 МПа, подаваемым от компрессора через инжекторы 1. Эта операция позволяет восстановить нарушенную межзерновую структуру слоя сыпучего утеплителя 3 и очистить пространство между гранулами сыпучего утеплителя 3. Рядом расположенные отверстия 8 и выпускные отверстия 11 обеспечивают свободный выход в атмосферу используемого при продувке утеплителя 3 сжатого воздуха, благодаря чему предотвращается возможное разрушение цементно-песчаной стяжки 9 кровли.

После продувки утеплителя 3 производится подача в него под давлением 0,8...0,9 МПа порошкообразной гидрофильной смеси 10 в течение 5...6 с. За рабочее давление принято максимально возможное давление, при котором в слое утеплителя, примыкающем к стенкам инжектора 1, не образуются "лунки" (пустоты), приводящие в дальнейшем к появлению "мостиков" холода в кровельном покрытии. Установка для подачи гидрофильной смеси включает в себя компрессор 14, емкость 15 для гидрофильной смеси 10, распределительный коллектор 16, инжекторы 1 и соединительные шланги 17 (фиг. 4).

# BY 8916 C1 2007.02.28

В качестве гидрофильной смеси 10 используют порошкообразную смесь с крупностью частиц не более 0,08 мм следующего состава по массе: полуводный гипс - 55...75 %; портландцемент - 15...25 %; пуццолановая добавка - 10...20 %. Крупность частиц не более 0,08 мм обеспечивает полное и надежное заполнение свободного пространства между гранулами утеплителя 3.

Применение в составе смеси 10 полуводного гипса обеспечивает возможность максимального отбора (извлечения) свободной влаги из утеплителя 3. Использование цемента позволяет обеспечить механическую прочность контактного омоноличивания, а пуццолановая добавка повышает водостойкость двухводного гипса, образующегося при затворении свободной водой утеплителя 3 полуводного гипса. В качестве пуццолановой добавки принимается молотый керамзит. Процентное соотношение по массе составляющих гидрофильной смеси 10 обеспечивает наиболее эффективное удаление свободной влаги из утеплителя 3 при высокой механической прочности контактного омоноличивания и водостойкости гипса.

Количество подаваемой в переувлажненный утеплитель 3 порошкообразной гидрофильной смеси 10 через один иньектор 1, обеспечивающее полное заполнение пространства между гранулами утеплителя 3, определяется по выражению:

$$Q \geq \pi \cdot R^2 \cdot \delta \cdot n \cdot A,$$

где  $R$  - радиус распространения гидрофильной смеси в утеплителе;

$\delta$  - толщина утеплителя;

$n$  - пористость утеплителя;

$A$  - коэффициент межзерновой пустотности утеплителя.

Радиус распространения гидрофильной смеси 10 в утеплителе 3 определяется для конкретного вида сыпучего утеплителя экспериментальным путем. В случае использования в качестве утеплителя 3 Петриковского гравия керамзитового радиус распространения гидрофильной смеси можно принимать 0,8 м.

В емкость 15 следует загружать гидрофильную смесь 10 в объеме:

$$Q^o = Q \cdot n,$$

где  $n$  - количество иньекторов, через которые одновременно подается в утеплитель 3 гидрофильная смесь 10.

Рекомендуемый порядок подачи гидрофильной смеси 10 по рядам показан на фиг. 1, 2 римскими цифрами. При подаче смеси 10 через последний ряд выход вытесняемого воздуха осуществляется через выпускные отверстия 11.

Сразу по завершении подачи (нагнетания) гидрофильной смеси 10 в переувлажненный утеплитель 3 выполняется повторная продувка утеплителя 3 сжатым воздухом через иньекторы 1, благодаря чему обеспечивается равномерное распределение смеси 10 в радиусе действия иньекторов 1.

После завершения процесса подачи гидрофильной смеси 10 в утеплитель 3 иньекторы 1 извлекаются из отверстий 8 и производится восстановление кровельного покрытия в местах его вскрытия отверстиями 8, 11 в следующем порядке:

в отверстия 8, 11 засыпается утеплитель 3;

восстанавливается цементно-песчаная стяжка 9;

восстанавливается кровельное покрытие.

Для снижения трудоемкости производства работ по восстановлению вскрытых участков цементно-песчаной стяжки 9 целесообразно использовать предварительно изготовленные цементно-песчаные пробки 18 (фиг. 5). Восстановление водоизоляционного ковра производится путем наклейки заплат 19, перекрывающих границы отверстий 8, 11 (фиг. 5).

В течение 3 суток после подачи гидрофильной смеси 10 в утеплитель 3 полуводный гипс и цемент отбирают свободную влагу из утеплителя 3 и происходит их твердение, при этом обеспечивается контактное омоноличивание гранул утеплителя 3 в местах их взаимного контакта с помощью тонких склеивающих прослоек.

Благодаря отбору влаги влажность утеплителя снижается до 7...8 %, а благодаря контактному омоноличиванию не менее чем на 70 % восстанавливается пористость утеплителя 3 и увеличивается механическая прочность сыпучего утеплителя 3.

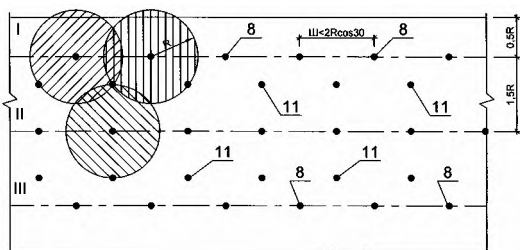
Снижение влажности утеплителя и восстановление его пористости обуславливает снижение коэффициента теплопроводности по сравнению с сушкой посредством аэраторов [1] не менее, чем на 30...40 %.

В совокупности, снижение коэффициента теплопроводности, восстановление (увеличение) механической прочности сыпучего утеплителя и сокращение сроков производства работ определяют повышение эффективности восстановления функциональных свойств сыпучего утеплителя.

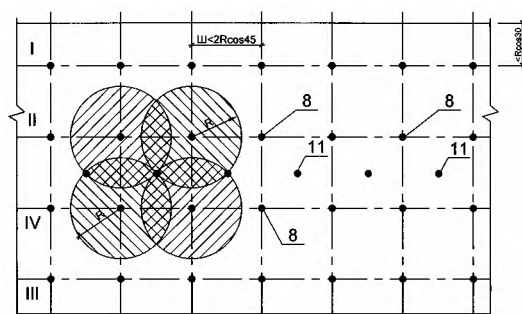
Предлагаемый способ внедрен при восстановлении функциональных свойств Петриковского гравия керамзитового, используемого в качестве сыпучего утеплителя совмещенной кровли спортзала с сауной санатория "Белая вежа" Каменецкого района. Ожидаемый экономический эффект при условии снижения коэффициента теплопроводности на 40 %, по сравнению с использованием аэраторов [1], за время дальнейшей эксплуатации кровли составляет в ценах ноября 2002 г. 1548,9 тыс. руб. на 100 м<sup>2</sup> кровли, в основном за счет снижения теплопотерь.

Источники информации:

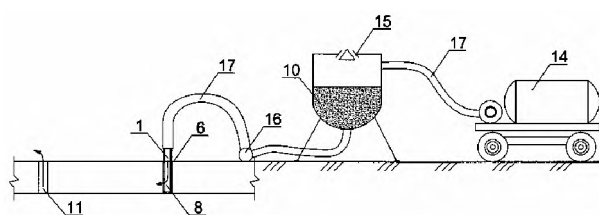
1. Штоль Т.М., Теличенко В.И., Феклин В.И. Технология возведения подземной части зданий и сооружений. - М.: Стройиздат, 1990. - С. 67.
2. А.с. 151354 СССР, МПК Е 04D 13/00, Е 04В 7/18.



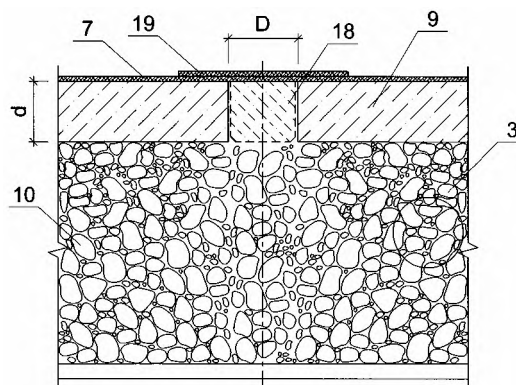
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 4



Фиг. 5