

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 18857

(13) С1

(46) 2014.12.30

(51) МПК

G 01N 25/56 (2006.01)

## (54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛАГООБМЕНА МЕЖДУ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫМ МАТЕРИАЛОМ И БИТУМОМИНЕРАЛЬНОЙ СМЕСЬЮ

(21) Номер заявки: а 20120483

(22) 2012.03.29

(43) 2013.10.30

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

(72) Авторы: Устинов Борис Сергеевич;  
Устинов Дмитрий Борисович (ВУ)

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

(56) SU 1078303 А, 1984.

SU 240327, 1969.

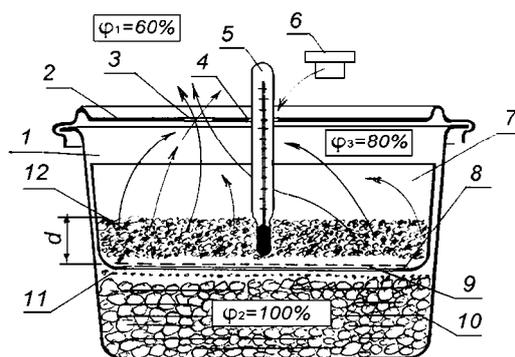
SU 750360, 1980.

SU 501345, 1976.

SU 187387, 1966.

(57)

Устройство для исследования влагообмена между теплоизоляционным материалом и битумоминеральной смесью, содержащее стакан для размещения в нем исследуемого увлажненного теплоизоляционного материала; крышку, выполненную с двумя отверстиями, одно из которых вентиляционное, а другое монтажное для установки жидкостного термометра или пробки; размещаемое внутри стакана кольцо с опорной полкой в его нижней части, на которую уложена сетка для размещения на ней исследуемой битумоминеральной смеси, и марлевую ткань для укрытия исследуемого увлажненного теплоизоляционного материала.



Изобретение относится к испытаниям строительных материалов и может быть использовано для исследования влагообмена между теплоизоляционным материалом и битумоминеральной смесью.

Известно устройство для исследования влагообмена строительных материалов, содержащее герметичный стакан с возможностью размещения в нем увлажненного исследуемого образца материала [1], которое принято в качестве прототипа.

ВУ 18857 С1 2014.12.30

Недостатками известного устройства являются сложность конструкции устройства и невозможность постановки на нем исследований по выявлению влагообмена между теплоизоляционным материалом и битумоминеральной смесью.

В настоящее время возникает проблема реконструкции совмещенных крыш на зданиях, связанная с сезонностью работ, расходом дефицитных материалов, обновлением кровельной изоляции с доутеплением крыши [2]. С другой стороны, необходимо учитывать и то, что в процессе длительной эксплуатации совмещенных крыш теплоизоляционный материал в их конструкции находится в переувлажненном состоянии, влияющем на снижение теплозащитных свойств покрытий с образованием протечек на кровле и с дискомфортом в жилых помещениях и порчей оборудования в цехах.

Поэтому при ремонте совмещенных крыш с рулонными кровлями с переувлажненными материалами в их конструкции необходимо использовать новые подходы в выборе технологий производства работ и материалов. В частности, следует применять минеральные вяжущие в сухих смесях с битумным порошком, создающих условия хемосорбции непосредственно в восстанавливаемых конструкциях крыш с влажными материалами, обеспечивающих их осушение в процессе послеремонтной эксплуатации крыш. А наличие битумного порошка в смеси за счет возможности его оплавления газовой горелкой позволяет создавать на кровельной изолируемой поверхности водонепроницаемый слой [3].

Требуется подобрать составы таких битумоминеральных смесей для использования их в реконструируемых совмещенных крышах на устройствах, позволяющих выявлять все процессы влагообмена строительных материалов при положительных и отрицательных температурах с выявлением их физико-механических свойств.

Процесс влагообмена битумного порошка с различными минеральными вяжущими изучен слабо. Нет и методики проведения таких исследований. Между тем, размещая сухие битумоминеральные смеси на гидростатирующем теплоизоляционном кровельном материале, необходимо проследить весь механизм влагообмена в материалах с целью изучения этого процесса. Такие исследования позволяют правильно подобрать необходимые минеральные вяжущие в битуминозных смесях с прогнозированием эксплуатационной надежности реконструируемых крыш, оптимизировать технологические процессы их восстановления с экономическим обоснованием принимаемых решений.

Исследования строительных материалов необходимо проводить на упрощенной конструкции устройства (прибора) с минимальными затратами на его изготовление и эксплуатацию с возможностью постановки и реализации на нем способа (методики) определения влагообмена при положительной и отрицательной температуре исследований гидростатирующих материалов с сухими гидрофильными строительными смесями.

Задача, на решение которой направлено изобретение, состоит в том, чтобы упростить конструкцию устройства для исследования влагообмена строительных материалов, снизить стоимость его изготовления и эксплуатации и обеспечить возможность постановки исследований влагообмена между теплоизоляционным материалом и битумоминеральной смесью.

Это достигается тем, что устройство содержит стакан для размещения в нем исследуемого увлажненного теплоизоляционного материала; крышку, выполненную с двумя отверстиями, одно из которых вентиляционное, а другое монтажное для установки жидкостного термометра или пробки; размещаемое внутри стакана кольцо с опорной полкой в его нижней части, на которую уложена сетка для размещения на ней исследуемой битумоминеральной смеси, и марлевую ткань для укрытия исследуемого увлажненного теплоизоляционного материала.

Сущность изобретения поясняется фигурой, где изображено сечение устройства в сборе для исследования влагообмена строительных материалов; 1 - стакан; 2 - крышка; 3 - вентиляционное отверстие; 4 - монтажное отверстие; 5 - жидкостной термометр; 6 - проб-

ка; 7 - кольцо; 8 - опорная полка; 9 - сетка; 10 - исследуемый влажный материал; 11 - марлевая ткань; 12 - битумоминаральная смесь.

Исследование влагообмена между теплоизоляционным материалом и битумоминаральной смесью осуществляется следующим образом.

Предварительно взвешивают на аналитических весах с точностью до 0,1 г каждые отдельно: стакан 1, крышку 2, жидкостной термометр 5, пробку 6, кольцо 7, сетку 9 и марлевую ткань 11. Причем для изготовления устройства может быть использована герметичная тара (стаканы) под молочные продукты из легкой пластмассы для многократного применения с размещением в ней продукции до 250 г. Из конического стакана высотой 60 мм и с верхним диаметром 80 мм вырезают кольцо 7, формируя на его днище отверстие с опорной полкой 8, на которую укладывают сетку 9. Это собранное кольцо 7 помещают внутри стакана 1 для проведения исследований.

Приготавливают для исследования образец того или иного теплоизоляционного материала, которые обладают по своим свойствам разными значениями плотности, пористости, гидрофильности, водонасыщения (например, керамзит, шлак, минеральная вата, ячеистый бетон и др.). Образец теплоизоляционного материала 10 до насыщения его в воде полностью погружают в питьевую воду в сосуд и насыщают в течение 1 суток при температуре 18-20 °С. Затем образец увлажненного теплоизоляционного материала 10 помещают на дне стакана 1 на 1/3 его высоты ровным слоем в стакане 1 и взвешивают на весах. На марлевую ткань 11 в стакане 1 устанавливают кольцо 7, на опорных полках 8 которого размещена сетка 9 (например, стеклянная или полимерная с ячейками 2×2 или 3×3 мм). Затем приготавливают сухой дисперсный гидрофильный материал, битумоминаральную смесь 12 из битумного порошка и цемента или других минеральных вяжущих с задаваемыми составами компонентов в процентах по весу [3]. Взвешенную битумоминаральную смесь 12 засыпают ровным слоем высотой 15-20 мм в кольцо 7 на сетку 9. При этом мелкая осыпь битумоминаральной смеси 12, проходя через ячейки в сетке 9, осажается и откладывается на марлевой ткани 11. Стакан 1, заполненный испытуемыми образцами строительных материалов, закрывают крышкой 2 с пробкой 6 в монтажном отверстии 4. В собранном виде стакан 1 взвешивают на весах с точностью 0,1 г. Испытания образцов проводят в помещении с температурой воздуха 18-20 °С и относительной влажностью воздуха 55-60 %.

Продолжительность испытаний зависит от вида исследуемого минерального вяжущего в битумоминаральной смеси 12. Например, в битумоминаральной смеси 12 могут быть использованы многочисленные разновидности цементов, включая цементную пыль, гидрофобизированный цемент и др. Гидрофобизированный цемент, в частности, отличается от обычного пониженными гигроскопичностью и капиллярным подсосом.

Строительную известь по условиям твердения подразделяют на воздушную и гидравлическую, твердеющую и сохраняющую прочность на воздухе и в воде [4].

Причем срок схватывания извести не регулируется. И прочность битумоминаральной смеси 12 на основе извести достигается в течение продолжительного времени. Поэтому продолжительность испытаний образцов битумоминаральной смеси 12 может длиться 7 и 28 дней и более в устройстве из герметичного стакана 1 с крышкой 2. При этом через каждые двое суток собранное устройство с исследуемыми образцами строительных материалов 10 и 12 взвешивают на весах с выявлением весовой разности от первоначальных значений.

В результате взаимодействия минеральных вяжущих с водой происходит химическая реакция, в результате которой образуемое вещество из битумоминаральной смеси 12 твердеет и набирает прочность. Причем твердение, например, извести может протекать годами и десятилетиями с поглощением воды [5]. Аналогичная ситуация может создаваться и с цементным вяжущим. Поэтому простая конструкция устройства для испытания и возможность массового производства (тары разового назначения) стаканов 1 и крышек 2 позволя-

ет проводить исследования влагообмена многообразных образцов 10 и 12 строительных материалов 7 и 28 суток и месяцы.

В результате химической реакции минеральных вяжущих с водой выделяется теплота, которую ставится задача использовать с пользой в практических целях. Выделяющаяся теплота, определяемая жидкостным термометром 5, создает условия оставаться воде при отрицательной температуре в жидком состоянии, которую следует выявлять на предлагаемом устройстве в образцах 10 и 12 на их границе ежедневно в течение 7 суток, предварительно выдерживая в холодильной камере, и извлекают из нее для взвешивания собранного устройства вместе с жидкостным термометром 5 на весах, определяя потерю влаги из исследуемого влажного материала 10, и снова помещают в холодильник.

Такие исследования преследуют практические цели, когда битумо-минеральные смеси 12 могут быть использованы при производстве кровельных работ для осушения теплоизоляции (исследуемый влажный материал 10) в зимнее время, что обеспечивает всесезонность технологии.

При отрицательных температурах влага в порах материала может частично замерзнуть, что повлечет за собой снижение коэффициента влагопроводности. Причем вопрос о перемещении влаги в строительных материалах при отрицательных температурах изучен очень мало [6]. Поэтому предлагаемое устройство по исследованию влагообмена строительных материалов позволяют решить эту проблему.

В пространстве помещения, где размещено устройство с образцами исследуемого влажного материала 10 и битумо-минеральной смеси 12 (фигура), относительная влажность воздуха 55-60 %. Следовательно, такая же влажность воздуха и над крышкой 2 с вентиляционным отверстием 3 ( $\varphi_1 = 60\%$ ). Площадь отверстия 3 с диаметром, например, 7 мм составляет  $38,5 \text{ мм}^2$ . Площадь верхней части стакана 1 диаметром 80 мм составляет  $5024 \text{ мм}^2$ , и площадь отверстия 3 соответствует  $1/130$  ее части ( $5024 : 38,5$ ). В данном случае предусмотренный воздухообмен через вентиляционное отверстие 3 в устройстве будет выполнять роль компенсационного слоя для диффузионного потока водяного пара в подкровельном пространстве, способствуя осушению (обезвоживанию) исследуемого влажного материала 10 в устройстве и на практике в покрытиях [3, 7].

Влажность насыщенного водой исследуемого влажного материала 10, размещенного на дне стакана 1, составляет  $\varphi_2 = 100\%$  (фигура).

Через отверстие 3 осуществляется воздухообмен с воздушной средой помещения (лаборатории). Тогда под крышкой 2 (роль компенсационного слоя) относительная влажность воздуха составит  $\frac{100 + 60}{2} \cdot \varphi_3 = 80\%$  [8].

Перемещение влаги в гидрофильном капиллярно-пористом сухом образце из битумо-минеральной смеси 12 происходит не только за счет диффузии парообразной влаги, но и в виде пленок влаги, слабосвязанных с поверхностью пор и капилляров, насыщенного водой исследуемого влажного материала 10, т.е. за счет молекулярно-кинетического перемещения водяного пара и воды.

Молекулы водяного пара стремятся равномерно распределиться по всем направлениям под крышкой 2 или чтобы во всем подкровельном (диффузионном, компенсационном) промежутке (слое) создалась равномерная концентрация водяного пара. Если концентрация водяных паров в подкровельном промежутке и конструкции покрытия выравнивается, то молекулярный обмен уравнивается и движение пара прекращается.

Мерой величины переноса паров вследствие диффузии через слой конструкции покрытия служит плотность диффузионного потока  $g$  [ $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ ], которая показывает, какое количество водяных паров  $G$  (кг) диффундирует через единицу площади конструкции  $F$  ( $\text{м}^2$ ), а в нашем случае через вентиляционное отверстие 3, за каждую единицу времени  $t$  (ч) [9]:

$$g = \frac{G}{t \cdot F}.$$

Плотность диффузионного потока тем меньше, чем выше паронепроницаемость слоя конструкции (битумоминеральной смеси 12). Мерой паронепроницаемости слоя конструкции является его толщина  $d$  (м) - в нашем случае высота слоя битумоминеральной смеси 12 принимается равной 0,015-0,02 м. Чем слой толще, тем он менее пропускает.

Высыхание теплоизоляционного исследуемого влажного материала 10 происходит к наружной изолируемой кровлей (крышкой 2) стороне в результате абсорбирования соседним паропроницаемым (битумоминеральная смесь 12) слоем.

Вся исследуемая система устройства с образцами материалов 10 и 12 периодически взвешивается на весах. Когда потеря веса влаги становится постоянной, исследования прекращают и производят вычисления весовых значений исследуемого влажного материала 10 и битумоминеральной смеси 12 с визуальным выявлением физико-механических свойств битумоминеральной смеси 12 (срастание частичек между собой в монолитную структуру).

Моделируя в предлагаемом устройстве под крышкой 2 компенсационный слой подкровельного промежутка для реальной крыши, можно на нем исследовать влагообмен множества различных постановочных задач и строительных материалов.

Использование предлагаемого устройства позволяет подобрать нужные составы сухих дисперсных битумоминеральных смесей для использования их в практических целях при реконструкции плоских крыш на многочисленных зданиях и сооружениях, обеспечивающих осушение в их конструкции влажных теплоизоляционных материалов с улучшением теплозащитных качеств и эксплуатационной надежности покрытий, что позволит получить большой экономический эффект.

#### Источники информации:

1. А.с. SU 1038853А, МПК G 01N 25/56, 1983 (прототип).
2. Устинов Д.Б. Перспективы применения переработанных кровельных битумных отходов в строительном производстве // Строительная наука и техника. - № 4 (37). - 2011. - С. 28-32.
3. Патент РБ 13448, МПК E 04G 23/03, 2010.
4. Горельшев Н.В. И др. Материалы и изделия для строительства дорог: Справочник. - М.: Транспорт, 1986. - С. 46, 94, 95, 109, 110.
5. Комар А.Г. и др. Технология производства строительных материалов. - М.: Высшая школа, 1990. - С. 46, 64, 65, 105-107.
6. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. - М.: Стройиздат, 1973. - С. 242, 244.
7. Зайферт К. Расчет воздухообмена в вентилируемых крышах: Пер. с нем. - М.: Стройиздат, 1983. - С. 129-133.
8. Ильинский В.М. Строительная теплофизика. - М.: Высшая школа, 1974. - С. 240, 241.
9. Шильд Е. и др. Строительная физика. Перевод с немецкого. - М.: Стройиздат, 1982. - С. 30, 31, 37.