



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2006142605/28, 01.12.2006

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
01.12.2006

(43) Дата публикации заявки: 10.06.2008

(45) Опубликовано: 10.12.2008 Бюл. № 34

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: ГОСТ 10060.3-95. БЕТОНЫ.  
ДИЛАТОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД УСКОРЕННОГО  
ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОРОЗОСТОЙКОСТИ. 1995. SU  
1753384 A, 07.08.1992. SU 1446568 A1,  
23.12.1988. SU 734569 A, 18.05.1980.

Адрес для переписки:

454080, г.Челябинск, а/я 12771, ООО НПП  
"Интерприбор", директору Г.А. Губайдуллину

(72) Автор(ы):

Губайдуллин Герман Асфович (RU),  
Леонидов Сергей Михайлович (RU),  
Сушкин Константин Евгеньевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Общество с ограниченной ответственностью  
Научно-производственное предприятие  
"Интерприбор" (RU)

## (54) ДИЛАТОМЕТРИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОРОЗОСТОЙКОСТИ БЕТОНА

(57) Реферат:

Изобретение относится к измерительной технике. В способе непрерывно фиксируют изменения объемных деформаций испытуемого образца и определяют объемные деформации, связанные с переходом воды в лед, на основе которых определяют морозостойкость бетона. Предварительно стандартный образец охлаждают и снимают зависимость изменений объемных

деформаций стандартного образца во времени, которую, в последующем, используют для определения морозостойкости бетона при совмещении начального участка зависимости объемного деформирования испытуемого образца с начальным участком указанной зависимости. Технический результат - повышение точности определения морозостойкости.

RU 2 340 887 C2

RU 2 340 887 C2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2006142605/28, 01.12.2006**

(24) Effective date for property rights: **01.12.2006**

(43) Application published: **10.06.2008**

(45) Date of publication: **10.12.2008 Bull. 34**

Mail address:

**454080, g.Cheljabinsk, a/ja 12771, OOO NPP  
"Interpribor", direktoru G.A. Gubajdullinu**

(72) Inventor(s):

**Gubajdullin German Asfovich (RU),  
Leonidov Sergej Mikhajlovich (RU),  
Sushkin Konstantin Evgen'evich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju  
Nauchno-proizvodstvennoe predpriyatie  
"Interpribor" (RU)**

(54) **DILATOMETRIC METHOD OF DETERMINING FROST-RESISTANCE OF CONCRETE**

(57) Abstract:

FIELD: physics; measurements.

SUBSTANCE: present invention pertains to measuring techniques. The method involves continuous recording of changes in volumetric deformation of the test sample. Volumetric deformations, related to transition of water into ice are determined, on the basis of which frost-resistance of the concrete is determined. A

standard test sample is pre-cooled and a graph of changes in volumetric deformation of the standard sample against time is drawn, which is the used to determine the frost-resistance of concrete, with alignment of the initial section of the graph for the test sample with the initial section of the graph for the standard test sample.

EFFECT: increased accuracy of determining frost-resistance.

RU 2 340 887 C2

RU 2 340 887 C2

Заявляемое изобретение относится к измерительной технике, в частности, к способам определения морозостойкости бетона. Оно может быть использовано в строительстве для определения морозостойкости бетона в сооружаемых и эксплуатируемых конструкциях, а также в технологических процессах на стадии изготовления бетона.

5 Известен базовый способ определения морозостойкости бетона, основанный на многократном попеременном замораживании и оттаивании бетонных образцов (см. ГОСТ 10060.1-95. Межгосударственный стандарт «Базовый метод определения морозостойкости»). Согласно этому способу бетон помещают в кубические формы и выдерживают в нормальных условиях 28 суток. Таким образом, изготавливается серия образцов - кубов, имеющих проектную прочность. Данные образцы насыщают водой и замораживают до температуры минус  $(18\pm 2)^\circ\text{C}$ , а затем оттаивают. Эти циклы повторяют многократно, контролируя такие параметры бетона, как остаточная прочность, изнашивание, шелушение. При снижении остаточной прочности до заданного порогового уровня замораживание и оттаивание прекращают. Количество выполненных циклов испытания определяет морозостойкость бетона.

Недостатками данного способа являются чрезвычайно большие временные затраты, не позволяющие своевременно внести коррективы в технологический процесс, а также высокие трудозатраты и материалоемкость.

20 Экспериментальными исследованиями доказано, что разность величины объемных деформаций между двумя последовательными измерениями остается для водонасыщенного бетона практически постоянной на протяжении многих циклов испытаний. Это послужило основой для создания ускоренного дилатометрического способа определения морозостойкости бетона.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому изобретению и выбранным в качестве прототипа является дилатометрический метод ускоренного определения морозостойкости бетона (см. ГОСТ 10060.3-95. Межгосударственный стандарт «Бетоны. Дилатометрический метод ускоренного определения морозостойкости»). Согласно этому методу изготавливают бетонные образцы, измеряют их начальный объем и насыщают водой. Испытуемый бетонный образец и стандартный (алюминиевый) образец помещают в измерительные камеры дилатометра, которые заполняют керосином и герметизируют. Измерительные камеры устанавливают в морозильную камеру, выдерживают 30 минут при естественной температуре, а затем начинают замораживать со скоростью  $0,3^\circ\text{C}/\text{мин}$  до температуры минус  $(18\pm 2)^\circ\text{C}$ . При замораживании во времени непрерывно фиксируются графики объемных деформаций бетонного и стандартного образцов.

35 График объемного деформирования стандартного образца представляет собой нелинейную монотонно возрастающую (убывающую) кривую, вид которой при равной геометрии измерительных камер и размеров образцов определяется величинами коэффициентов теплопроводности и коэффициентов температурного объемного расширения материалов, а также мощностью морозильной камеры. График объемного деформирования водонасыщенного бетонного образца, в отличие от стандартного образца, имеет зону аномальных немонотонных изменений, связанных с переходом воды в лед, которые на графике отображаются резким скачком.

Для вычисления величины объемных деформаций, характеризующих замерзание воды, после испытания проводится обработка графиков и построение дифференциальной кривой - кривой разности объемных деформаций бетонного и стандартного образцов. При этом график объемного деформирования стандартного образца умножается на некоторый коэффициент, который подбирается вручную в каждом испытании, таким образом, чтобы начальный участок этого графика совпал с начальным участком (до аномального скачка) графика объемного деформирования бетонного образца. Максимальная разность совмещенных графиков объемного деформирования бетонного и стандартного образца будет равна объемным деформациям, связанным с переходом воды в лед. Величина максимальной относительной разности кривых бетонного и стандартного образца, разделенная на начальный объем бетонного образца, корреляционно связана с маркой

морозостойкости бетона.

Достоинствами такого способа являются обеспечение оперативности определения морозостойкости бетона и невысокая трудоемкость измерения.

5 Недостатками способа являются: необходимость подготовки камеры со стандартным образцом к каждому испытанию (длительное выдерживание с целью нормализации температуры, проверка на отсутствие воздуха); существенные отличия теплотехнических свойств бетонного и алюминиевого образцов; различие темпов охлаждения камер с алюминиевым и бетонным образцами.

10 Задачей заявляемого изобретения является создание дилатометрического способа определения морозостойкости бетона с повышенной точностью измерения и с минимальными затратами временных и трудовых ресурсов на проведение измерений.

Техническим результатом является повышение точности измерения морозостойкости бетона и снижение трудозатрат и времени на проведение измерений.

15 Указанная задача и технический результат достигаются тем, что в дилатометрическом способе определения морозостойкости бетона, заключающемся в том, что испытуемый бетонный образец насыщают водой, помещают в заполненную рабочей жидкостью и герметически закрытую измерительную камеру, которую охлаждают, при этом, непрерывно фиксируют изменения объемных деформаций испытуемого образца, определяют  
20 объемные деформации, связанные с переходом воды в лед, на основе которых определяют морозостойкость бетона, отличающийся тем, что предварительно стандартный образец охлаждают и снимают зависимость изменений объемных деформаций стандартного образца во времени, которую, в последующем, используют для определения морозостойкости бетона.

25 Заявляемое изобретение соответствует критерию «новизна», т.к. совокупность его существенных признаков не известна из существующего уровня техники.

Оно соответствует также критерию «промышленная применимость», т.к. возможно его использование в экономике или любой другой сфере деятельности человека.

30 Многочисленные экспериментальные данные показали, что графики объемного деформирования стандартного (алюминиевого) образца, полученные на одной и той же измерительной камере, на одном и том же холодильном оборудовании при различных начальных температурах окружающей среды, при умножении на некоторый поправочный коэффициент с достаточной точностью совпадают друг с другом.

35 Это, в свою очередь, позволяет, по сравнению с прототипом, исключить из испытания дифференциальную камеру, содержащую стандартный образец и связанные с ней операции. Предлагаемый дилатометрический способ определения морозостойкости бетона позволяет проводить испытания с применением одной измерительной камеры, при этом дифференциальный канал, используемый в прототипе, заменяется базовой зависимостью, получаемой проведением однократного замораживания измерительной камеры со  
40 стандартным образцом. Эта базовая (стандартная) зависимость объемного деформирования стандартного образца во времени характеризует параметры морозильной камеры и конкретные условия охлаждения измерительной камеры.

Эту характеристику закладывают в блок цифровой обработки дилатометра. В процессе охлаждения с измерительной камеры дилатометра в блок цифровой обработки дилатометра поступает информация об изменениях объемных деформаций испытуемого  
45 бетонного образца. Программа последовательно определяет максимальную абсолютную разность объемных деформаций испытуемого и стандартных образцов, их максимальную относительную разность и морозостойкость бетона. Наличие только одной измерительной камеры и исключение многократного замораживания стандартного образца позволяет исключить дополнительные операции и погрешности. Точность измерений, таким образом,  
50 повышается, а продолжительность и трудоемкость способа снижаются. Точность измерения повышается еще и тем, что при обработке результатов испытаний используется максимальная по продолжительности стандартная характеристика, тогда как в прототипе используется лишь участок характеристики после аномального скачка изменения разности

объемных деформаций.

В дальнейшем испытания на определение морозостойкости бетонного образца проводятся на той же измерительной камере, при этом: во времени фиксируют график объемного деформирования бетонного образца; после окончания замораживания прибор  
5 автоматически совмещает начальный участок графика объемного деформирования бетонного образца (до начала зоны аномального скачка) с начальным участком базовой зависимости, умножая ее на поправочный коэффициент, который вычисляется из условия минимизации разности начальных участков этих графиков; после операции совмещения вычисляется максимальная разность объемных деформаций между графиком бетонного  
10 образца и модифицированной базовой характеристикой в зоне аномального скачка, которая при делении на начальный объем бетонного образца дает величину максимальной относительной разности кривых бетонного и стандартного образца, связанной с морозостойкостью бетона.

Дилатометрический способ определения морозостойкости бетона осуществляется  
15 следующим образом.

Перед началом испытаний для определенной морозильной камеры создается стандартная характеристика - зависимость изменений объемных деформаций стандартного, например, алюминиевого образца по времени. Для этого кубик из алюминия размерами 100×100×100 мм помещают в измерительную камеру дилатометра, заливают  
20 керосином, и камеру герметизируют. Дилатометр с образцом устанавливают в морозильную камеру, выдерживают 30 минут при естественной температуре, а затем начинают замораживание со скоростью 0,3°С/мин до температуры минус (18±2)°С. Полученную базовую (стандартную) зависимость закладывают в блок цифровой обработки дилатометра.

Изготавливают испытуемый бетонный образец, кубик бетона такого же размера 100×100×100 мм, измеряют его начальный объем и насыщают водой. Затем этот кубик помещают в измерительную камеру дилатометра, заливают через заливное отверстие  
30 рабочей жидкостью, например керосином. Камеру герметизируют. Дилатометр с образцом устанавливают в морозильную камеру, выдерживают 30 минут при естественной температуре, а затем начинают замораживание со скоростью 0,3°С/мин до температуры минус (18±2)°С. Время испытаний составляет от 3,5 до 4 часов. В течение всего времени испытаний информация об объемных изменениях испытуемого бетонного образца поступает в блок цифровой обработки дилатометра. Программа обрабатывает  
35 информацию, происходит сравнение изменений объемных деформаций испытуемого бетонного образца со стандартной характеристикой, заложенной в программе, и определяется разность объемных деформаций испытуемого бетонного и стандартного образцов. В момент замерзания воды в испытуемом бетонном кубике фиксируется скачкообразное максимальное увеличение разности объемных деформаций. По этой  
40 величине рассчитывается максимальная относительная разность объемных деформаций и морозостойкость испытуемого бетона.

Достоинствами предлагаемого способа определения морозостойкости бетона являются: повышенная точность измерений, в связи с тем, что в испытаниях используется одна измерительная камера, и результаты испытаний обрабатываются с применением базовой  
45 (стандартной) характеристики, полученной на этой же камере; исключение случайной дополнительной ошибки, в связи с тем, что в испытаниях не используется дифференциальная камера со стандартным образцом; уменьшение времени подготовки и проведения испытания при прочих равных условиях из-за уменьшения количества используемых измерительных камер; уменьшение трудозатрат при подготовке к  
50 испытаниям; удешевление оборудования, необходимого для реализации способа за счет исключения дополнительной дифференциальной камеры.

#### Формула изобретения

Дилатометрический способ определения морозостойкости бетона, заключающийся в

том, что испытуемый бетонный образец насыщают водой, помещают в заполненную рабочей жидкостью и герметически закрытую измерительную камеру, которую охлаждают, при этом непрерывно фиксируют изменения объемных деформаций испытуемого образца и определяют объемные деформации, связанные с переходом воды в лед, отличающийся

5 тем, что предварительно охлаждают стандартный образец и снимают зависимость изменений объемных деформаций стандартного образца во времени при однократном замораживании измерительной камеры со стандартным образцом, помещают испытуемый образец в ту же измерительную камеру и в последующем используют указанную зависимость для определения морозостойкости бетона при совмещении начального

10 участка зависимости объемного деформирования испытуемого образца с начальным участком указанной зависимости.

15

20

25

30

35

40

45

50