

# ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 8033

(13) U

(46) 2012.02.28

(51) МПК

G 01N 33/38 (2006.01)

(54)

## УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КИНЕТИКИ КАРБОНИЗАЦИИ БЕТОНА

(21) Номер заявки: u 20110602

(22) 2011.07.22

(71) Заявитель: Белорусский националь-  
ный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Масуд Голшани (IR); Рубан  
Александр Сергеевич (ВУ); Бабицкий  
Вячеслав Вацлавович (ВУ)

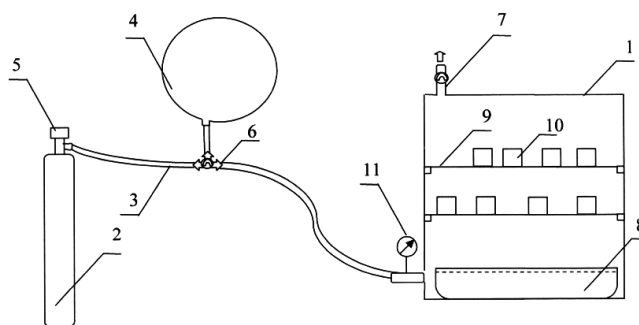
(73) Патентообладатель: Белорусский  
национальный технический универси-  
тет (ВУ)

(57)

Установка для определения кинетики карбонизации бетона, содержащая герметичную камеру, соединенную с углекислотным баллоном с редуктором, отличающаяся тем, что дополнительно содержит накопительную емкость, выполненную в виде шара из эластичного газонепроницаемого материала, расположенную между герметичной камерой и углекислотным баллоном с редуктором и сообщающуюся с ними.

(56)

1. Алексеев С.Н., Розенталь Н.К. Коррозионная стойкость железобетонных конструкций в агрессивной промышленной среде. - М.: Стройиздат, 1976. - 205 с.



Заявляемая полезная модель относится к области строительного материаловедения, а именно к устройствам для оценки карбонизационных процессов в бетоне, позволяющих установить взаимосвязи кинетики карбонизации бетона с его плотностью, влажностью, видом и количеством введенных химических добавок, особенностями уплотнения и эксплуатации бетонных и железобетонных конструкций и пр.

Известна установка для определения кинетики карбонизации бетона [1], содержащая герметичную камеру, соединенную с углекислотным баллоном с редуктором и химическим газоанализатором.

## BY 8033 U 2012.02.28

Недостатками данной установки являются необходимость ручного регулирования подачи газа в камеру, что делает испытания трудоемкими, а также отсутствие информации о количестве углекислого газа, вступившего в химическую реакцию.

Задачей заявляемой полезной модели является уменьшение трудоемкости испытаний и обеспечение возможности получения информации о количестве газа, вступившего в химическую реакцию.

Поставленная задача решается тем, что установка для определения кинетики карбонизации бетона, содержащая герметичную камеру, соединенную с углекислотным баллоном с редуктором, дополнительно содержит накопительную емкость, выполненную в виде шара из эластичного газонепроницаемого материала, расположенную между герметичной камерой и источником углекислого газа и сообщающуюся с ними.

Сущность полезной модели поясняется чертежом, где приведена общая схема установки.

Установка содержит герметичную камеру 1, углекислотный баллон 2 с редуктором, трубопровод 3, накопительную емкость 4, вентиль 5, вентиль 6 накопительной емкости 4, кран 7 выпуска, ванну 8 с раствором серной кислоты или разнообразных солей, стеллажи 9, исследуемые образцы 10, манометр 11.

Исследуемые образцы 10 помещают в герметичную камеру 1 на стеллажи 9. Вентилем 6 углекислотный баллон 2 напрямую подключают к герметичной камере 1 и открывают вентиль 5. Углекислый газ по трубопроводу 3 поступает в герметичную камеру 1 и вытесняет воздух через открытый кран 7 выпуска. После заполнения камеры 1 углекислым газом перекрывают кран 7 выпуска, а с помощью вентиля 6 к углекислотному баллону 2 подключают накопительную емкость 4, выполненную в виде шара из эластичного газонепроницаемого материала. После наполнения шара газом вентилем 5 подачу газа отключают, измеряют диаметр шара по его образующей, затем шар подключают к камере 1. В процессе карбонизации образцов 10 углекислый газ расходуется на реакцию, а шар непрерывно восполняет его недостаток в камере 1. Количество газа, пошедшего на химическую реакцию, определяют по изменению диаметра шара, используя формулу:

$$\Delta V = \frac{1}{6} \cdot \pi \cdot (D_1^3 \cdot k_{P1} - D_2^3 \cdot k_{P2}),$$

где  $D_1$  и  $D_2$  - диаметры шара соответственно в начале испытания и при повторном измерении;

$k_{P2}$  и  $k_{P1}$  - коэффициенты, учитывающие изменение избыточного давления, которое создает эластичный шар при разной степени наполненности газом. Величина коэффициентов зависит от материала, из которого изготовлен шар.

Коэффициент  $k_P$  вычисляется по формуле:

$$k_P = \frac{P + P_{\text{изб}}}{P},$$

где  $P$  - атмосферное давление;

$P_{\text{изб}}$  - избыточное давление, создаваемое натяжением шара и измеренное с помощью манометра 11.

В лабораторных условиях были проведены испытания установки для определения кинетики карбонизации бетона. В качестве испытуемых образцов были использованы 12 бетонных кубов с размером ребра 100 мм класса бетона по прочности С28/35. В герметичной камере 1 с помощью ванны 8, заполненной раствором серной кислоты, была создана среда с относительной влажностью 70 %. После заполнения эластичного шара углекислым газом был измерен его диаметр  $D_1 = 33,2$  см. Атмосферное давление в начале эксперимента составляло  $P_1 = 102,1$  кПа, а избыточное давление, создаваемое эластичным шаром, по показанию манометра 11 составляло  $P_{\text{изб.1}} = 10,8$  кПа. В процессе карбонизации образцов 10 углекислый газ расходовался на реакцию, а шар непрерывно восполнял его недостаток в камере 1, постепенно уменьшаясь в объеме. По истечении 10 суток диаметр

## ВУ 8033 U 2012.02.28

шара составил  $D_2 = 19,1$  см. Атмосферное давление по окончании эксперимента составляло  $P_2 = 101,4$  кПа, а избыточное давление, создаваемое эластичным шаром, по показанию манометра 11 составляло  $P_{\text{изб.2}} = 4,2$  кПа. Был произведен расчет количества газа, затраченного на реакцию карбонизации:

$$k_{P1} = \frac{P_1 + P_{\text{изб.1}}}{P_1} = \frac{102,1 + 10,8}{102,1} = 1,106,$$

$$k_{P2} = \frac{P_2 + P_{\text{изб.2}}}{P_2} = \frac{101,4 + 4,2}{101,4} = 1,041,$$

$$\Delta V = \frac{1}{6} \cdot \pi \cdot (D_1^3 \cdot k_{P1} - D_2^3 \cdot k_{P2}) = \frac{1}{6} \cdot 3,142 \cdot (33,2^3 \cdot 1,106 - 19,1^3 \cdot 1,041) = 17396 \text{ см}^3 = 17,396 \text{ л}.$$

Толщину нейтрализованного слоя бетона определяли с помощью 0,1 %-ного спиртового раствора фенолфталеина, наносимого на свежий скол бетона. Средняя глубина карбонизации по 12 образцам равнялась  $X = 12,4$  мм.

Таким образом, предлагаемая установка позволяет уменьшить трудоемкость испытаний и обеспечивает возможность получения информации о количестве газа, вступившего в химическую реакцию.