

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(21) 202491248 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки  
2024.10.11

(22) Дата подачи заявки  
2021.12.16

(51) Int. Cl. *C04B 28/18* (2006.01)  
*C04B 7/36* (2006.01)  
*C04B 9/00* (2006.01)  
*C04B 9/20* (2006.01)  
*E04C 5/01* (2006.01)  
*E04C 5/07* (2006.01)

---

(54) КОМПОЗИТНЫЙ МАТЕРИАЛ

---

(86) PCT/EP2021/086164  
(87) WO 2023/110102 2023.06.22  
(71) Заявитель:  
ОЛИМЕНТ® ГМБХ (DE)

(72) Изобретатель:  
Белльманн Франк, Людвиг Хорст-  
Михель (DE)

(74) Представитель:  
Хмара М.В. (RU)

---

(57) Изобретение относится к композитному материалу, содержащему цементный камень, выполненный из связующего вещества на основе MgO и/или оливина, и армирующие элементы для повышения несущей способности, причем армирующие элементы устойчивы к значениям pH менее 11 и/или имеют защиту от значений pH менее 11. Дополнительно или альтернативно к связующему цементного камня на основе MgO и/или оливина могут быть добавлены агенты для повышения значения pH порового раствора цементного камня.

A1

202491248

202491248

A1

# КОМПОЗИТНЫЙ МАТЕРИАЛ

## ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Изобретение относится к композитному материалу, состоящему из  
5 цементного камня и армирующих элементов.

## ПРЕДШЕСТВУЮЩИЙ УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Использование железобетона (армированного бетона) незаменимо для  
строительной отрасли в ее нынешнем виде. В железобетоне бетон поглощает  
сжимающие напряжения, а стальные арматурные вставки отвечают за передачу  
10 растягивающих усилий. В то же время бетон защищает сталь от коррозии. Эта  
защита от коррозии основана на очень высоком значении pH в пористом растворе  
бетона. При значении pH около 11 или более обычная арматурная сталь больше не  
ржавеет, поскольку на поверхности образуются очень тонкие пассивирующие слои,  
которые изолируют стальную поверхность от проникновения кислорода и воды и  
15 таким образом предотвращают коррозию. Пористый раствор бетонов,  
изготовленных с использованием цемента согласно стандарту DIN EN 197, имеет  
значения pH более 12,5, поэтому использование этих цемента обеспечивает  
эффективную защиту стальной арматуры от коррозии. Композитный строительный  
материал железобетон обладает высокими эксплуатационными характеристиками и  
20 долговечностью при низкой стоимости, и по этим причинам часто используется.  
Однако производство арматурной стали связано с высоким воздействием на  
окружающую среду, включая высокие выбросы CO<sub>2</sub> при производстве чугуна и  
стали.

Для снижения выбросов углекислого газа при производстве арматуры были  
25 предложены различные альтернативные материалы. К ним, в частности, относятся  
углеродные и стеклянные волокна. Оба эти материала имеют очень высокую  
прочность на разрыв и также могут использоваться для передачи растягивающих  
усилий в железобетоне. Еще одним их преимуществом является коррозионная  
стойкость обоих типов волокон. Как углеродные, так и стеклянные волокна обычно  
30 не вступают в реакцию с водой и/или кислородом.

Однако высокие значения pH могут отрицательно сказаться на связующих  
свойствах и долговечности углеродного волокна и/или стекловолокна. По этой

причине использование стандартных цементов в соответствии со стандартом DIN EN 197 может привести к трудностям, поскольку эти цементы имеют высокие значения pH порового раствора (поровой жидкости). В случае стекловолокна такие высокие значения pH могут растворить волокна и, таким образом, ослабить их. По этой причине в качестве армирования в бетонных конструкциях необходимо применять стекло с более высокой химической стойкостью к щелочам или защищать стекло от непосредственного контакта с поровым раствором цементного камня защитным покрытием. В случае углеродных волокон могут быть повреждены полимеры (пластики), с помощью которых отдельные углеродные волокна соединены вместе. Таким образом, высокие значения pH могут привести к повреждению обоих типов армирования.

Из DE 2409231 A1 известно применение минеральных волокон с неорганическим связующим, таким как цемент. Чтобы избежать описанных выше проблем, предлагается снижать значение pH путем дополнительной обработки CO<sub>2</sub>.

Кроме того, из патента US 5002610 известно связующее вещество на основе оксида магния и фосфата алюминия, которое очень быстро затвердевает. Однако процесс его изготовления чрезвычайно сложен и требует многократной сушки, измельчения и повторного смешивания различных компонентов.

Таким образом, задачей изобретения является создание композитного материала, который может содержать в качестве армирующего элемента углеродные волокна, стеклянные волокна, а также стальную арматуру.

### СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Согласно изобретению эта задача решается с помощью композитного материала, обладающего признаками, изложенными с пункте 1 формулы изобретения.

Дополнительные обеспечивающие преимущества варианты осуществления приведены в зависимых пунктах формулы изобретения, дальнейшем описании и иллюстративных примерах осуществления.

Согласно пункту 1 предусмотрено, что композитный материал согласно изобретению содержит цементный камень, выполненный из связующего на основе MgO и/или оливина. В связующих на основе оливина в качестве исходного материала используется источник форстерита в форме природного или

искусственного источника оливина и/или в форме прокаленного серпентинита. В контексте изобретения под прокаленным серпентинитом можно понимать, в частности, серпентинит, который был нагрет до температуры по меньшей мере 500°C. Вместо технического термина «прокаленный» часто используется термин «обожженный» (термообработанный).

Кроме того, для увеличения несущей способности композитный материал согласно изобретению содержит армирующие элементы. Согласно изобретению эти армирующие элементы устойчивы к значениям pH менее 11, имеют защиту от значений pH менее 11 и/или к связующему цементного камня на основе MgO и/или оливина добавляют агенты для повышения значения pH порового раствора цементного камня до величины pH на уровне или более 11. Другими словами, согласно изобретению обеспечивается по меньшей мере одно из трех вышеупомянутых условий.

Основную идею изобретения можно увидеть в отходе от известных цементов на основе портландцемента, которые имеют относительно высокое значение pH. Согласно изобретению было установлено, что поровый раствор цементного камня, изготовленного из связующего на основе MgO или оливина, как это понимается согласно изобретению, обычно имеет значения pH менее 11. Это позволяет использовать армирующие элементы из стекловолокна или углеродного волокна или их комбинации, которые не устойчивы к средам при значениях pH более 11 без дополнительной обработки.

Если должны быть использованы другие армирующие элементы, согласно изобретению необходимо обеспечить им защиту от значений pH менее 11, присутствующих в поровом растворе цементного камня согласно изобретению.

В качестве альтернативы или в дополнение к этому, в зависимости от используемого армирования, к связующему на основе MgO и/или оливина можно добавлять другие агенты для повышения значения pH порового раствора до значения pH более 11. Например, для этой цели можно добавлять гашеную известь, негашеную известь, щелочи, такие как гидроксид натрия или гидроксид калия, ЦП (цементная пыль, печная пыль от производства цемента).

По меньшей мере при использовании прокаленного серпентинита в исходном продукте, но предпочтительно также при использовании природного или искусственного источника оливина, исходный продукт не должен содержать алита и

белита, поскольку они могут вызвать проблемы с затвердеванием. Процесс производства цементного камня из связующего на основе MgO и/или оливина описан, например, в РСТ/EP2021/061726.

5 Предпочтительно, если поровый раствор цементного камня имеет значение pH 11 или менее. Это особенно актуально, если цементный камень согласно изобретению состоит из связующего на основе MgO и/или оливина. Таким образом, не требуется никаких дополнительных корректировок сырья цементного камня для использования с армирующими элементами из стекловолокна и/или углеродного волокна.

10 Предпочтительно, если связующее на основе MgO или оливина содержит MgO и SiO<sub>2</sub>, MgO и MgCO<sub>3</sub>, MgO и стеклянный порошок, оливин и SiO<sub>2</sub>, оливин и стеклянный порошок, оливин и трасс, оливин и пуццолан, прокаленный серпентинит и SiO<sub>2</sub>, прокаленный серпентинит и стеклянный порошок и/или по отдельности или их комбинации. Используя эти исходные материалы, можно получить цементный  
15 камень, который имеет хорошую прочность по сравнению со смесями на основе портландцемента, но при этом имеет pH 11 или менее.

Трасс – это природный пуццолан, состоящий в основном из соединений кремния и алюминия. Пуццоланы — искусственные или природные горные породы, состоящие из диоксида кремния, окиси алюминия (глинозема), известняка, оксида  
20 железа и щелочных веществ, которые обычно образуются под воздействием тепла. В сочетании с гидроксидом кальция и водой они способны связываться.

В принципе, согласно изобретению можно использовать любые армирующие элементы. Однако особенно предпочтительно, если армирующие элементы содержат углеродные волокна и/или стеклянные волокна (стекловолокно). Эти  
25 волокна имеют преимущество перед обычной стальной арматурой: с одной стороны, они легче, а с другой стороны, при их производстве выделяется значительно меньше CO<sub>2</sub>.

Предпочтительно, если армирующий элемент выполнен без защитного слоя, устойчивого к значениям pH менее 11. Это возможно главным образом с  
30 армирующими элементами, изготовленными из углеродного волокна и/или стекловолокна. Однако в принципе может быть также нанесен защитный слой для защиты от таких низких значений pH.

Кроме того, предпочтительно, если углеродное волокно и/или стекловолокно имеют форму армирующих волокон, армирующих сеток, армирующих стержней и других форм армирования. Преимущество использования углеродного волокна и/или стекловолокна заключается в том, что им можно придать любую форму, а  
5 затем использовать их для изготовления композитного материала. Это означает, что в зависимости от ожидаемой нагрузки можно обеспечить оптимальную форму армирования.

В другом варианте осуществления в композитном материале согласно изобретению альтернативно или дополнительно могут присутствовать стальные  
10 армирующие элементы. Если они используются, предпочтительно добавлять к цементному камню, в частности, портландцементный клинкер в дополнение к связующему веществу на основе MgO и/или оливина. Это особенно подходит для увеличения значения pH, чтобы предотвратить коррозию стальной арматуры из-за низкого значения pH. Кроме того, по сравнению с другими материалами,  
15 влияющими на pH, портландцементный клинкер имеет то преимущество, что он вносит свой отдельный вклад в прочность.

Также может быть предусмотрено, что армирующие элементы имеют по меньшей мере один защитный слой для защиты от щелочной среды со значением pH менее 11. Этот защитный слой может быть нанесен, например, путем нанесения  
20 краски и/или лака. Защитный слой может быть на полимерной основе. Другой вариант – горячее цинкование стальной арматуры.

#### СВЕДЕНИЯ, ПОДТВЕРЖДАЮЩИЕ ВОЗМОЖНОСТЬ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Для проверки изобретения поровый раствор двух связующих согласно  
25 изобретению был исследован более подробно после шести месяцев гидратации.

С одной стороны, анализировали связующее из чистого синтетического форстерита, не содержащего посторонних ионов. Во втором образце для получения цементного камня композитного материала вместо чистого форстерита использовали смесь форстерита и кварцевого стекла в соотношении 2:1.

30 После полугода гидратации значение pH в первом образце составило 9,5, а во втором образце значение pH было даже около 8,2.

Соответственно, использование форстерита, относящегося к группе оливина, позволяет получить связующее для композитного материала, имеющее очень низкое значение рН по сравнению с цементным камнем, изготовленным из классического портландцементного клинкера. Благодаря низкому значению рН армирующие материалы из стекловолокна и/или углеродного волокна впервые стало можно использовать без дополнительной предварительной обработки.

Таким образом, применяя композитный материал согласно изобретению, можно отказаться от использования стальной арматуры, при изготовлении которой наблюдается очень высокий уровень выбросов CO<sub>2</sub>.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Композитный материал, включающий:

цементный камень, выполненный из связующего на основе MgO и/или оливина, которое в качестве исходного материала содержит источник форстерита в форме природного или искусственного источника оливина и/или в форме прокаленного серпентинита, а также

армирующие элементы для увеличения несущей способности, причем армирующие элементы

– устойчивы к значениям pH менее 11,

10 – имеют защиту от значений pH менее 11 и/или

– в связующее цементного камня на основе MgO и/или оливина добавлены агенты для повышения значения pH порового раствора цементного камня до величины pH 11 или более.

15 2. Композитный материал по пункту 1, отличающийся тем, что поровый раствор цементного камня имеет значение pH 11 или менее.

20 3. Композитный материал по пункту 1 или 2, отличающийся тем, что связующее на основе MgO и/или оливина включает MgO и SiO<sub>2</sub>, MgO и MgCO<sub>3</sub>, MgO и стеклянный порошок, оливин и SiO<sub>2</sub>, оливин и стеклянный порошок, оливин и трасс, оливин и пуццолан, прокаленный серпентинит и SiO<sub>2</sub>, прокаленный серпентинит и стеклянный порошок, или их комбинации.

4. Композитный материал по любому из пунктов 1-3, отличающийся тем, что армирующие элементы содержат углеродное волокно и/или стекловолокно.

25 5. Композитный материал по любому из пунктов 1-4, отличающийся тем, что армирующие элементы выполнены без защитного слоя, устойчивого к значениям pH менее 11.

6. Композитный материал по пункту 4 или 5, отличающийся тем, что углеродное волокно и/или стекловолокно имеет форму армирующего волокна, армирующей сетки, армирующего стержня и/или других форм армирования.

7. Композитный материал по любому из пунктов 1-6, отличающийся тем, что в дополнение к связующему на основе MgO и/или оливина в цементный камень добавлен портландцементный клинкер.

5 8. Композитный материал по любому из пунктов 1-7, отличающийся тем, что армирующие элементы содержат стальную арматуру.

9. Композитный материал по любому из пунктов 1-8, отличающийся тем, что армирующие элементы содержат защитный слой для защиты от щелочной среды со значением pH менее 11.

10 10. Композитный материал по любому из пунктов 1-9, отличающийся тем, что армирующие элементы оцинкованы горячим способом и/или содержат слой краски или лака, в частности, выполненного из полимера, для защиты от щелочной среды со значением pH менее 11.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Композитный материал, включающий:

цементный камень, выполненный из связующего на основе MgO и/или связующего на основе оливина, которое в качестве исходного материала содержит источник форстерита в форме природного или искусственного источника оливина и/или в

армирующие элементы для увеличения несущей способности, причем армирующие элементы

– содержат углеродные волокна и/или стекловолокно, которые устойчивы к значениям pH менее 11, и/или

– содержат стальную арматуру, которая оцинкована горячим способом и/или содержит слой краски или лака, благодаря чему она имеет защиту от значений pH менее 11.

2. Композитный материал по пункту 1, отличающийся тем, что поровый раствор цементного камня имеет значение pH 11 или менее.

3. Композитный материал по пункту 1 или 2, отличающийся тем, что связующее на основе MgO и/или связующее на основе оливина включает MgO и SiO<sub>2</sub>, MgO и MgCO<sub>3</sub>, MgO и стеклянный порошок, оливин и SiO<sub>2</sub>, оливин и стеклянный порошок, оливин и трасс, оливин и пуццолан, прокаленный серпентинит и SiO<sub>2</sub>, прокаленный серпентинит и стеклянный порошок, или их комбинации.

4. Композитный материал по любому из пунктов 1-3, отличающийся тем, что армирующие элементы выполнены без защитного слоя, устойчивого к значениям pH менее 11.

5. Композитный материал по любому из пунктов 1-4, отличающийся тем, что углеродное волокно и/или стекловолокно имеет форму армирующего волокна, армирующей сетки, армирующих стержней и/или других форм армирования.

6. Композитный материал по любому из пунктов 1-5, отличающийся тем, что в дополнение к связующему на основе MgO и/или связующему на основе оливина для изготовления цементного камня добавлено связующее, которое содержит портландцементный клинкер.

7. Композитный материал по любому из пунктов 1-6, отличающийся тем, что армирующие элементы в качестве слоя краски или лака содержат слой краски или лака выполненный из полимера, для защиты от щелочной среды со значением рН менее 11.