



(51) МПК  
*C04B 28/02* (2006.01)  
*C04B 18/06* (2006.01)  
*C04B 40/00* (2006.01)  
*C04B 111/20* (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

*C04B 28/02* (2022.02); *C04B 18/06* (2022.02); *C04B 40/00* (2022.02); *C04B 2111/20* (2022.02)

(21)(22) Заявка: 2021119470, 02.07.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
02.07.2021

Дата регистрации:  
29.04.2022

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 02.07.2021

(45) Опубликовано: 29.04.2022 Бюл. № 13

Адрес для переписки:

195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая,  
29, Центр интеллектуальной собственности и  
трансфера технологий ФГАОУ ВО "СПбПУ",  
Кадиев Исмаил Гаджиевич

(72) Автор(ы):

Куколев Максим Игоревич (RU),  
Мусорина Татьяна Александровна (RU),  
Заборова Дарья Дмитриевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Санкт-Петербургский  
политехнический университет Петра  
Великого" (ФГАОУ ВО "СПбПУ") (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете

о поиске: МУСИХИН П.В. и др.,  
Арболитовые блоки из борщевика  
Сосновского, Сборник материалов, Научно-  
практическая конференция профессорско-  
преподавательского состава Сыктывкарского  
лесного института по итогам научно-  
исследовательской работы в 2016 году,  
Сыктывкар, Сыктывкарский лесной институт,  
20-28 февраля 2017 г., с. 356-358. RU 2732164  
C1, 14.09.2020. (см. прод.)

(54) Способ создания бетонного композита, армированного сухой растительной добавкой

(57) Реферат:

Изобретение относится к области промышленно-гражданского строительства, в частности к строительным материалам, которые можно использовать для ограждающих конструкций при строительстве энергоэффективных зданий. Основной целью создания бетонного композита является использование растительной добавки (сухой борщевик) для улучшения теплотехнических и механических свойств бетона. Способ создания бетонного композита, включающий приготовление смеси из цемента, песка, воды, химической добавки и растительной добавки в виде дробленого борщевика, с последующим формованием и отверждением в течение 28 суток. Для приготовления используют цементно-

песчаную смесь марки М300 Петролит Профи, содержащую цемент и песок крупностью до 2,5 мм в соотношении 1:2, которую перемешивают с водой и химической добавкой - пластификатором для улучшения пластичности бетонной смеси, а борщевик используют в количестве 2% от объема цементной смеси в виде щепы размером 50×5 мм, состоящей из древесной коры и пористой части, при этом добавляют борщевик в цементную смесь при формовании на стадии ее заливки в опалубку. Добавка в виде борщевика повышает нормальное напряжение, увеличивает термическое сопротивление, уменьшает теплопроводность и плотность, что делает конструкцию легче. 5 ил., 2 табл.

(56) (продолжение):

RU 20188176 C2, 27.08.2002. CN 201911213349 A, 07.02.2020. US 20190256421 A, 22.08.2019. МУСОРИНА Т.А. и др. Теплотехнические свойства энергоэффективного материала на основе растительной добавки-борщевика, Вестник МГСУ, 2019, т.14, вып. 12, с. 1555-1571.

RU 2771347 C1

RU 2771347 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*C04B 28/02* (2006.01)  
*C04B 18/06* (2006.01)  
*C04B 40/00* (2006.01)  
*C04B 111/20* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*C04B 28/02 (2022.02); C04B 18/06 (2022.02); C04B 40/00 (2022.02); C04B 2111/20 (2022.02)*(21)(22) Application: **2021119470, 02.07.2021**(24) Effective date for property rights:  
**02.07.2021**Registration date:  
**29.04.2022**

Priority:

(22) Date of filing: **02.07.2021**(45) Date of publication: **29.04.2022** Bull. № 13

Mail address:

**195251, Sankt-Peterburg, ul. Politekhnicheskaya,  
29, Tsentr intellektualnoj sobstvennosti i transfera  
tehnologij FGAOU VO "SPbPU", Kadiev Ismail  
Gadzhievich**

(72) Inventor(s):

**Kukolev Maksim Igorevich (RU),  
Musorina Tatiana Aleksandrovna (RU),  
Zaborova Daria Dmitrievna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniia "Sankt-Peterburgskii  
politekhnicheskii universitet Petra Velikogo"  
(FGAOU VO "SPbPU") (RU)**

(54) **METHOD FOR CREATING A CONCRETE COMPOSITE REINFORCED WITH A DRY VEGETABLE ADDITIVE**

(57) Abstract:

FIELD: construction industry.

SUBSTANCE: invention relates to the field of industrial and civil engineering, in particular to building materials that can be used for enclosing structures in the construction of energy-efficient buildings. The main purpose of creating a concrete composite is to use a vegetable additive (dry hogweed) to improve the thermal and mechanical properties of concrete. A method for creating a concrete composite, including the preparation of a mixture of cement, sand, water, a chemical additive and a vegetable additive in the form of crushed hogweed, followed by molding and curing for 28 days. For preparation, a cement-sand mixture of the M300 Petrolit Profi brand is used, containing cement

and sand with a grain size of up to 2.5 mm in a ratio of 1:2, which is mixed with water and a chemical additive (plasticizer) to improve the plasticity of the concrete mixture, and hogweed is used in an amount of 2% of the volume of the cement mixture in the form of chipped wood of 50×5 mm in size consisting of tree bark and a porous part, while adding hogweed to the cement mixture during molding at the stage of pouring it into the formwork.

EFFECT: additive in the form of hogweed increases the normal strain, increases thermal resistance, reduces thermal conductivity and density, which makes the structure lighter.

1 cl, 5 dwg, 2 tbl

Способ относится к области промышленно-гражданского строительства, в частности к строительным материалам, которые можно использовать для ограждающих конструкций при возведении и строительстве энергоэффективных зданий.

5 Основной целью создания бетонного композита является использование растительной добавки (сухой борщевик) для улучшения теплотехнических и механических свойств бетона.

На сегодняшний день существуют бетонные композиты, армированные различными добавками, в том числе растительного происхождения (древесные), которые сокращают объем цемента для создания бетонного композита и улучшают его свойства.

10 Комплексное применение в ограждающих и несущих конструкциях модифицированных низкотеплопроводных бетонов способствует повышению энергоэффективности здания.

Известна бетонная смесь, которая относится к промышленности строительных материалов, в частности к бетонной смеси для изготовления и производства бетонных и железобетонных изделий с увеличенным сроком службы за счет снижения водопроницаемости бетона, для высокоэтажного строительства, для увеличения несущей способности фасадов (RU 2532816 C1). Бетонная смесь включает цемент из клинкера нормированного состава ПЦ500Д0-Н, баритовый концентрат различных фракций, золу-унос (порошковая из отходов производства), а также комплексные химические

20 добавки на основе поликарбосилатов и лигносульфонатов. Древесные добавки представлены в следующей форме: щепа, опилки, стружки, древесная пыль, зола, которые показали положительные влияния на прочностные свойства бетона. В дополнении к низкой плотности древесина обладает высокой прочностью. Уникальными являются физико-химические показатели древесины: низкая

25 тепло- и звукопроводность, коррозионная стойкость в агрессивных средах, способность гасить вибрации, легкая обрабатываемость и формообразование. Изобретение RU 92000575 относится к строительным материалам и может быть использовано в качестве сырья для изготовления конструкционного материала, а именно арболита. Цель: увеличение прочности на сжатие конструкционного материала

30 (арболита), а также использование местных ресурсов. Известна древесно-цементная смесь для изготовления теплоизоляционных и конструкционных строительных материалов по патенту RU 2568445.

Известен способ создания бетонного композита, принимаемый за прототип, включающий приготовление смеси из цемента, песка, воды, химической добавки и

35 растительной добавки в виде дробленого борщевика, с последующим формованием и отверждением в течение 28 суток (МУСИХИН П.В. и др., арболитовые блоки из борщевика Сосновского, Сборник материалов, Научно-практическая конференция профессорско-преподавательского состава Сыктывкарского лесного института по итогам научно-исследовательской работы в 2016 году, Сыктывкар, Сыктывкарский

40 лесной институт, 20-28 февраля 2017 г., с. 356-358). В данной работе недостатком является то, что в работе не указаны значения, которые получили авторы в ходе выполнения исследований, перечислены полученные свойства без численных показателей. Авторы исследовали образцы на сжатие, из теплотехнических свойств не ясно, какой именно параметр авторы исследовали. Не указано в каком процентном отношении добавлялся борщевик в бетонный образец, указаны только ширина, длина и толщина фрагментов. Также в смесь добавлялся портландцемент и гашеная известь.

Борщевик Сосновского (БС) (*Heracleum sosnowskyi* Manden) - крупное травянистое растение семейства зонтичных (*Ariaceae*). В середине 20-го века широко внедрялся на

полях европейской части СССР и Восточной Европы как кормовая культура. Благодаря способности к самосеву в конце 20-го века стал интенсивно распространяться за пределы земель, на которых возделывался. Все части растения содержат фурукумарины - вещества, которые при попадании на кожу резко повышают ее чувствительность к ультрафиолетовому свету. Поражения соком и пылью растения могут образоваться не только при контакте незащищенной кожи с ним, но и через одежду. Растения легко определить по их огромным размерам, часто 3-5 м высотой. Листья 1 м или более шириной. Они разделены и резко заострены с мягкими волосками на нижней поверхности. Жесткий полый стебель имеет диаметр не менее 10 см. Он бороздчатый и зеленый с темно-красновато-фиолетовыми пятнами. Стебли листа отмечены так, что каждое пятно имеет щетину, которая испускает сок при поломке.

Борщевик целесообразно использовать в качестве растительной добавки, так как в нашей стране большие площади полей и обочин дорог заняты этим сорным растением. В сухом виде оно безопасно (не выделяет никаких вредных веществ) и, учитывая строение стебля, представляет интерес в качестве дешевой добавки. Для этого проведены исследования использования борщевика в строительстве в качестве добавки к бетону.

Технический результат - улучшение теплотехнических и механических свойств бетонного композита. Это достигается тем, что данная добавка уменьшает теплопроводность и увеличивает нормальное напряжение бетонного композита.

На сегодняшний день во многих ограждающих конструкциях несущим слоем является железобетон, далее идет слой пористого утеплителя и наружный (облицовочный) слой. Для бетона применяются различные добавки, которые улучшают его различные свойства.

Существует потенциал для разработки конструктивных предложений по усовершенствованию бетонного композита, в котором для улучшения механических и теплотехнических свойств, в качестве добавки в него используется сухой борщевик, доля которого от объема составляет 2%.

Сущность способа поясняется натурными фотографиями.

На фиг. 1 изображено строение щепы борщевика

На фиг. 2 изображены элементы борщевика: а - образец щепы; б - образец ствола. Особенность строения борщевика уникальна тем, что ствол имеет не только кору (несущий слой), но и пористую часть (аналог утеплителя).

На фиг. 3 изображена растительная добавка сухого борщевика длиной 50 мм (а) и 25 мм (б).

На фиг. 4 представлены диаграммы зависимости изгибного напряжения от прогиба исследуемых образцов.

На фиг. 5 проиллюстрирован анализ оптической микроскопии.

Для изготовления бетона использовалась цементная смесь (предел прочности при сжатии в возрасте 28 суток не менее 30 МПа) М300 Петролит Профи, заполнитель - мелкозернистый песок с максимальной фракцией 2,5 мм. Соотношение цемента и песка 1:2. Состав смеси бетона приведен в таблице 1. Объемная доля волокна в изготовленных образцах составляла приблизительно 2%.

Таблица 1 – Состав бетона

Цемент, г	Песок (2,5 мм), г	Пластификатор, г	Вода, мл
500	1000	10	285

Для выбора оптимального размера растительной добавки в бетонный композит, сравнивались результаты крупной добавки борщевика 50 мм и средняя добавка борщевика 25 мм. Для изготовления образцов бетонного композита была использована форма прямоугольного сечения с размерами 77 × 200 × 20 мм. Испытуемые образцы хранились перед механическими испытаниями в течение 28 суток при температуре 20°C и относительной влажности 95%.

Сравнивались прочности данных бетонных композитов с контрольным образцом (без добавки) и наиболее распространенной добавкой для бетонного композита - короткое полипропиленовое (ПП) волокно длиной 54 мм. Результаты представлены на фигуре 4.

Прочность при изгибе контрольного образца составляет 4,5 МПа, что является минимальной среди всех полученных результатов. Максимальной прочностью обладает образец Б-1, армированный щепой борщевика длиной в 50 мм, составляет 5,8 МПа. При том, что аналогичной образец с длиной 25 мм (Б-2), имеет прочность при изгибе, равную 4,7 МПа. Прочность образца с ПП волокном равно 4,8 МПа.

Исходя из фигуры 4 можно сделать вывод, что оптимальная длина добавки борщевика составляет 50 мм. При этом улучшаются механические свойства бетонного композита. Другие бетонные композиты, армированные древесными добавками, имеют достаточно мелкую добавку, которая в основном состоит из коры или золы дерева, которые по структуре не могут значительно улучшить качества бетона.

Также были исследованы теплотехнические свойства бетонного композита. Проводились испытания на определение теплопроводности бетонного композита с растительной добавкой борщевика 50 мм. Для опытов был создан образец с параметрами 25 × 25 × 3 см, вес образца - 3,289 кг, объемная доля добавки 2%.

Среднее значение теплопроводности бетонного композита составило 0,858 Вт/(м·К).

Теплопроводность обычного бетона в районе 1,5 Вт/(м·К)  $1,5 \left[ \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}} \right]$ .

Это в 1,75 раз больше, чем у бетона с добавкой борщевика. Данный материал не только механически устойчив, но и имеет лучше теплотехнические свойства.

Таким образом достигается основной результат - улучшение механических и теплотехнических свойств бетонного композита за счет сравнительно дешевой добавки в виде сухого борщевика.

Применение данного бетонного композита позволяет получить не только дополнительную экономию за счет использования сорного растения, но и ликвидировать неконтролируемые поля борщевика для разведения более полезных культур.

Существует методика расчета термического сопротивления, предложенная профессором, д.т.н. Петриченко Михаилом Романовичем и ассистентом Мусориной Татьяной Александровной, которая позволяет более точно определять термическое сопротивление. Для этого необходимо найти активную и реактивную составляющую термического сопротивления. Данная методика была применена для данного бетонного композита. В таблице 2 представлены все преимущества данного бетонного композита, армированного сухой растительной добавкой в виде борщевика.

Таблица 2 – Механические и теплотехнические свойства бетонов

Свойство	Ед. изм.	Обычный бетон	Новый материал	Разница
Теплопроводность	Вт/(м·К)	1,5	0,858	-43%
Плотность	Кг/м <sup>3</sup>	2400	1754	-27%
Температуропроводность	10 <sup>-6</sup> м <sup>2</sup> /с	0,833	0,792	-5%
Активное термическое сопротивление для 0,25 м при 0 <sup>0</sup> С снаружи и 18 <sup>0</sup> С внутри	[м <sup>2</sup> ·К/Вт]	0,190	0,213	+11%
Реактивное термическое сопротивление для 0,25 м	[м <sup>2</sup> ·К/Вт]	0,108	0,121	+11%
Полное термическое сопротивление для 0,25 м	[м <sup>2</sup> ·К/Вт]	0,298	0,334	+11%
Нормальное напряжение	МПа	4,5	5,8	+29%

В целях снижения негативного воздействия растительной добавки, были составлены рекомендации:

- щепа должна вырезаться из сухого борщевика, когда внутреннее влагосодержание низкое (время сбора - в конце зимы);

- добавку необходимо разрезать на полосы одинакового размера (50×5 мм);

- необходимо обращать внимание на то, чтобы кора не отделялась от пористого слоя борщевика;

- для уменьшения образований на поверхности борщевика следует добавку погружать в воду на несколько дней перед созданием бетонного композита. Это обеспечит необходимый уровень сцепления добавки и бетонной смеси и улучшит механические и теплотехнические свойства.

На фигуре 5 представлено сравнение добавки бетона в сухом и мокром виде.

Даже в сухом виде, при образовании осадка, бетонный композит обладает повышенными механическими и теплотехническими свойствами по сравнению с распространенной добавкой из ПП-волокон.

#### (57) Формула изобретения

Способ создания бетонного композита, включающий приготовление смеси из цемента, песка, воды, химической добавки и растительной добавки в виде дробленого борщевика, с последующим формованием и отверждением в течение 28 суток, отличающийся тем, что для приготовления используют цементно-песчаную смесь марки М300 Петролит Профи, содержащую цемент и песок крупностью до 2,5 мм в соотношении 1:2, которую перемешивают с водой и химической добавкой - пластификатором для улучшения пластичности бетонной смеси, а борщевик используют в количестве 2% от объема

цементной смеси в виде щепы размером 50×5 мм, состоящей из древесной коры и пористой части, при этом добавляют борщевик в цементную смесь при формовании на стадии ее заливки в опалубку.

5

10

15

20

25

30

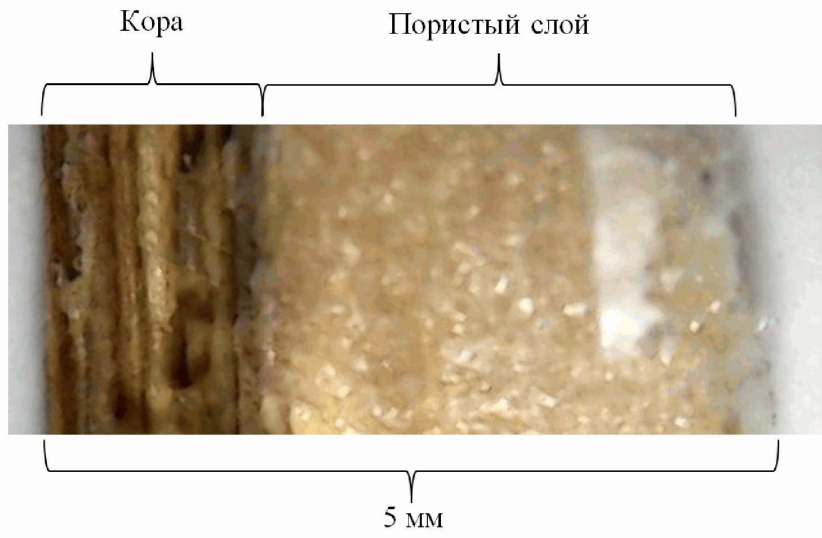
35

40

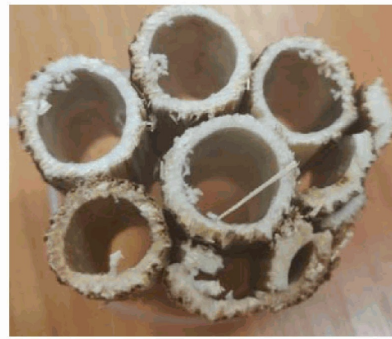
45



1

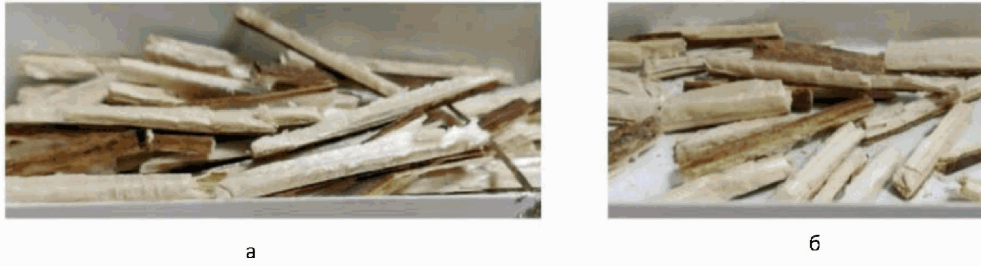


Фиг. 1

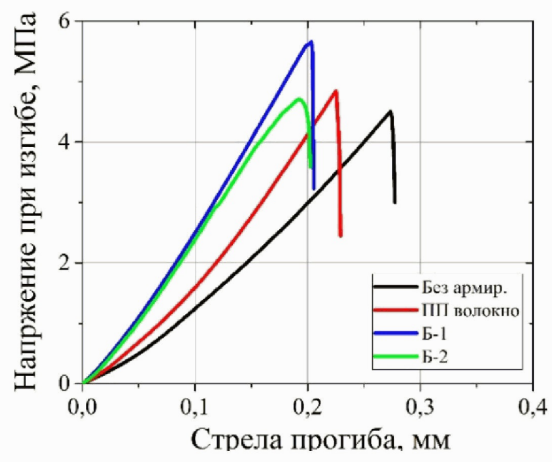


Фиг. 2

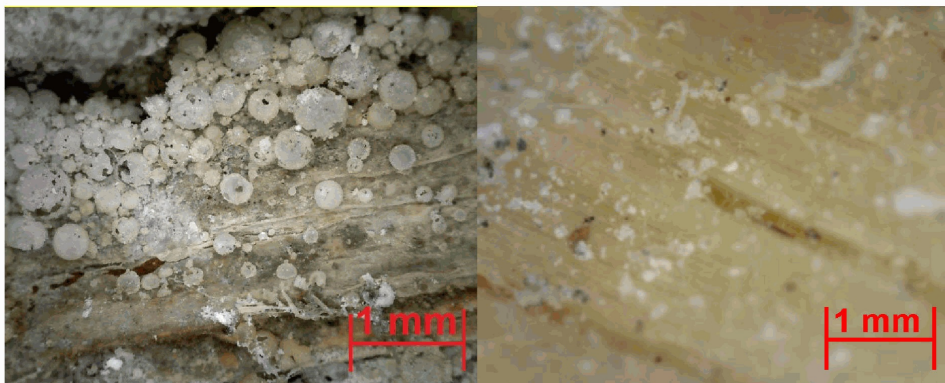
2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5