

УДК 691.3

ОПИСАНИЕ И ПРЕИМУЩЕСТВА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА БЕТОНА ИЗ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

©**Вакуров А. Е.**, Московский государственный строительный университет
(национальный исследовательский университет),

г. Москва, Россия, ar.vakurov@yandex.ru

©**Абросимов И. П.**, Московский государственный строительный университет
(национальный исследовательский университет),

г. Москва, Россия, abros.il@mail.ru

CARBONCURE TECHNOLOGIES

©**Vakurov A.**, Moscow State University of Civil Engineering,
Moscow, Russia, ar.vakurov@yandex.ru

©**Abrosimov I.**, Moscow State University of Civil Engineering,
Moscow, Russia, abros.il@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассматривается разработка инновационной технологии канадской компании CarbonCure Technologies, которая позволяет выпускать бетон из кристаллизованного диоксида углерода, его преимущества и недостатки, а также области применения и перспективы развития в строительной области. Рассмотрено влияние применения данной технологии на окружающую среду. Выявлены основные проблемы практического применения бетона из диоксида углерода. Рассмотрены направления развития и совершенствования данной технологии.

Abstract. The article discusses the development of the innovative technology of the Canadian company CarbonCure Technologies, which allows producing concrete from crystallized carbon dioxide, its advantages and disadvantages, as well as the field of use and development prospects in the construction field. The influence of this technology on the environment is considered. The main problems of practical usage of carbon dioxide concrete. The directions for the development and improvement of this technology are considered.

Ключевые слова: бетон из углекислого газа, строительные материалы, производство бетона, технология CarbonCure, применение углекислого газа, экологичный бетон, карбонизация бетонных смесей.

Keywords: carbon dioxide concrete, concrete production technology, CarbonCure technology, carbon dioxide usage, eco-friendly concrete, carbonization of concrete mixes, CarbonCure concrete.

С развитием строительства и увеличением спроса на строительную продукцию увеличивается выброс нежелательных веществ и газов в атмосферу. В связи с чем идет процесс детального изучения и возможности усовершенствования технологий производства строительных материалов.

По отчету Международного энергетического агентства (МЭА), датированным 2009 годом, выпуск строительного цемента способствует возникновению примерно 5% всех антропогенных общемировых выбросов углекислого газа (www.iea.org/publications/freepublications/publication/Cement.pdf).

Образование углекислого газа происходит по двум причинам:

Сырье (в число которого входит известняк) нагревают чтобы удалить из него химически связанный CO_2 ;

При сжигании топлива для работы печи для обжига цемента происходит выброс большого количества углекислого газа.

В связи с этим идет процесс детального изучения технологий производства строительных материалов и применение подходов для сокращения объемов выбросов, а владельцам производств, архитекторам и строителям необходимо сосредоточиться на выборе своих строительных материалов и их влиянии на здоровье человека и окружающую среду.

Производство бетонных блоков при помощи CO_2 .

Канадская компания CarbonCure Technologies разработала инновационную технологию, позволяющую выпускать бетон из диоксида углерода. За счет связывания углекислого газа, применение данной технологии делает возможным снизить вредные выбросы и в то же время производить новейшие и более качественные строительные материалы (<https://bramptonbrick.com/carboncure>).

При производстве бетона по стандартной технологии, происходит нагрев цемента в специально оборудованных печах [1]. И это приводит к тому, что происходит выделение углекислого газа. Однако, новая технология CarbonCure выделяется тем, что в её основе лежит обратная реакция восстановления: используется CO_2 , полученный из цементных и других заводов.

Путем модернизации существующих заводов по производству бетона, таких как Brampton Brick (Брамптон, Канада) с технологией CarbonCure™, газообразный диоксид углерода вводится контролируемые дозы в смеситель, снабжающий камнеформовочную машину. В данном случае, смеситель выступает в роли реакционного сосуда, в котором обеспечивается интеграция CO_2 в традиционный производственный процесс и использование положительных свойств карбонизации свежего бетона в промышленных масштабах.

Что происходит, когда CO_2 впрыскивается в бетон:

Когда CO_2 добавляется к бетону во время смешивания, CO_2 реагирует с водой с образованием ионов карбоната. Затем карбонат быстро реагирует с ионами кальция, высвобождаемыми из цемента, что приводит к образованию минералов карбоната кальция (известняка) нанометрового размера (Рисунки 1–2).

Конверсия CO_2 в твердые минералы карбоната кальция означает, что CO_2 постоянно связывается в бетоне и никогда не высвободится обратно в атмосферу [2].

Испытания и результаты испытаний бетона, приготовленного по новой технологии:

Испытания образцов цилиндров производились с использованием трех принципов:

Смешанная с углекислым газом бетонная смесь не претерпевала изменений количества воды;

В ходе второго теста была приготовлена партия смеси, при производстве которой оператор, ориентируясь на визуальные показатели, добавлял дополнительную воду после подачи CO_2 ;

Для итогового испытания была использована улучшающая уплотнение добавка [3–4].

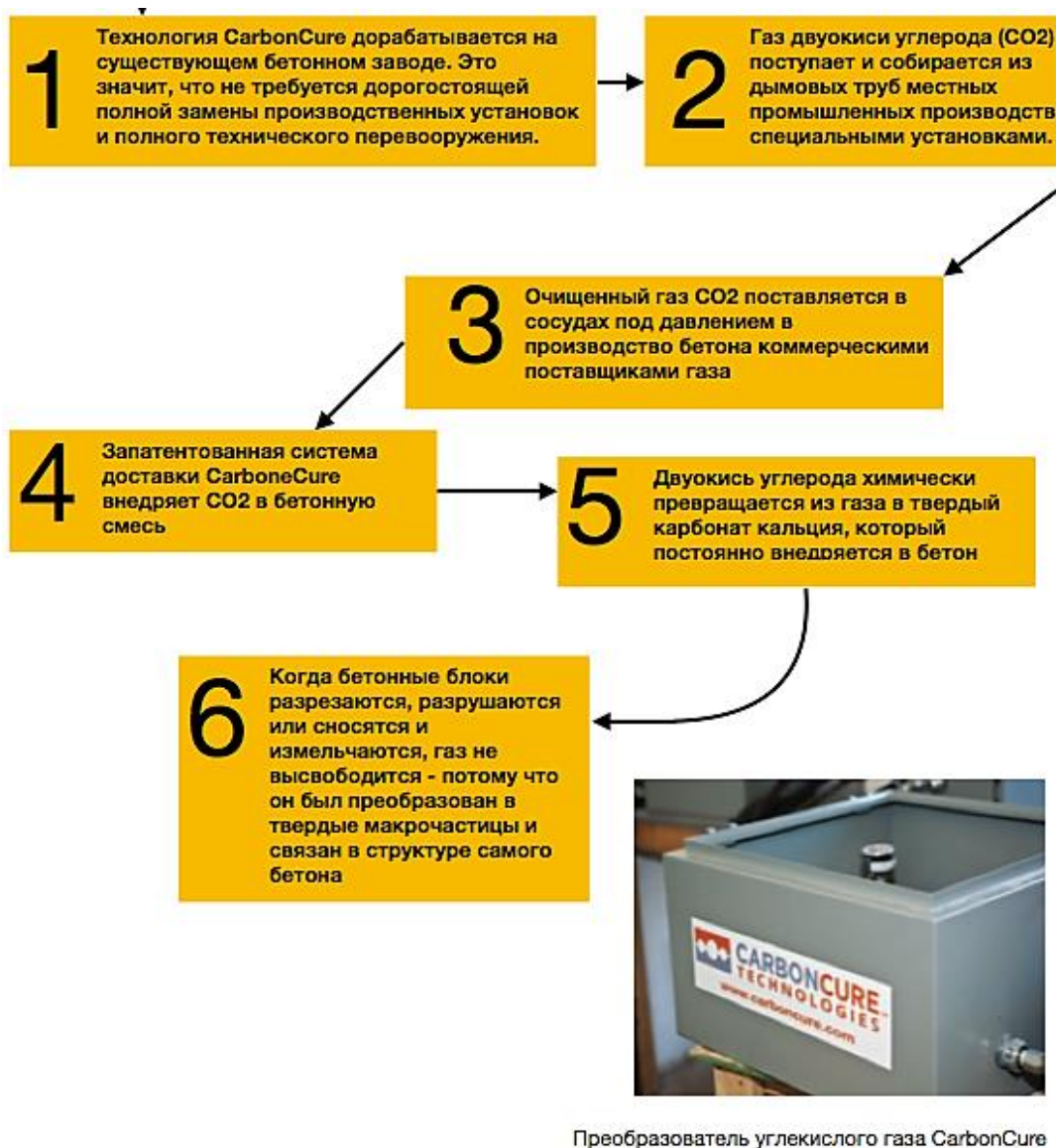


Рисунок 1. Схема «Технология производства бетона при помощи технологии CarbonCure» (<https://goo.gl/a3YSJC>).

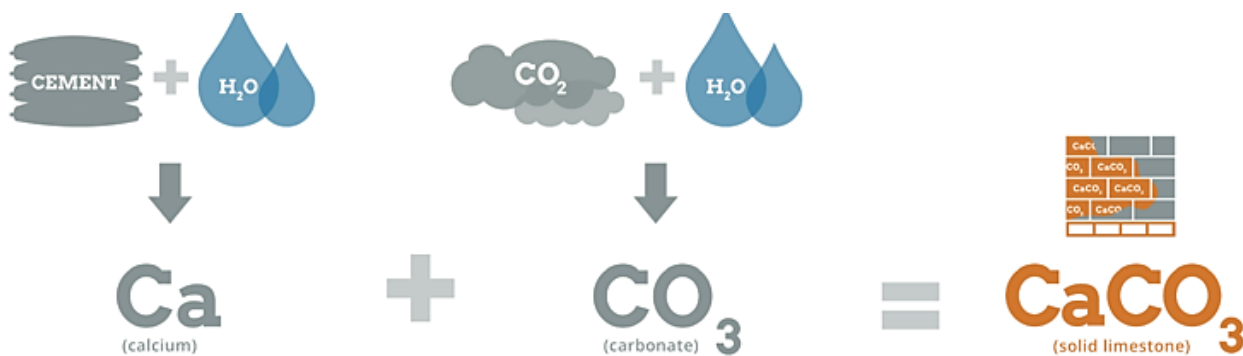


Рисунок 2. Схема «Конверсия углекислого газа в твердые минералы карбоната кальция» (<https://goo.gl/xjVmzA>).

Результаты:

Без введения дополнительной воды и улучшающих добавок плотность изготовленных блоков упала на 5% по сравнению с контрольными образцами, изготовленными по традиционной технологии;

Блок с корректировкой количества воды был на 18–19% прочнее контрольного стандартного блока;

Замес с добавками позволил получить блоки повышенной прочности (на 49% прочнее контрольного блока).

Также было установлено, что карбонизация позволила улучшить показатели испытаний на водопоглощение по всем трем замесам: на 11%, 18% и 32%, соответственно.

Преимущества использования технологии CarbonCure™:

Наноразмерные минералы карбоната кальция действуют в качестве места зарождения реакции гидратации, которая дает прочность бетону. Производители нового вида бетона отмечают среднее повышение прочности примерно на 10–19% по сравнению с обычной технологией. Улучшение прочности на сжатие также позволяет производителям оптимизировать их смеси, которые обычно включают в себя сниженное количество цемента. В среднем, производители готового смешанного бетона CarbonCure могут уменьшить количество цемента на 5–8% и сохранить первоначальную прочность на сжатие.

При этом использование этой технологии может уменьшить расходы энергии при выпуске разных видов продукции, а также поможет получить специальные поощрения, например, экологичные сертификаты зданий LEED (стандарт LEED: Leadership in Energy and Environmental Design — «Руководство в энергоэффективном и экологическом проектировании»).

По мнению экспертов, после проведения модернизации имеющегося оборудования для использования новой технологии, компания, производящая строительные материалы сможет снизить себестоимость выпускаемого бетона, а также увеличить его прочностные характеристики и сделать его более безопасным с экологической точки зрения.

Согласно предварительным расчетам, для изготовления 100 тысяч бетонных блоков по данной новой технологии будет использовано такое же количество углекислого газа, сколько смогут усвоить 92 взрослых дерева в течение одного года [4].

Перспективы:

На сегодняшний день, технология проходит тестирование на американских предприятиях, и судя по результатам она оправдывает себя. Ее можно использовать в нескольких производственных сегментах, она эффективна и удобна в использовании, что делает ее очень привлекательной для производителей. Особенно заинтересованы этой разработкой крупные известные предприятия, понимающие важность защиты и заботы об окружающей среде. Словом, инновационная разработка позволяет убить двух зайцев разом — и позаботиться об экологии, и сократить производственные издержки.

29 стран уже совместно работают над сокращением выбросов парниковых газов с целью значительно сократить выбросы CO₂ к 2050 году: с 57 миллиардов тонн до 14 миллиардов тонн (ASTM (American Society for Testing and Materials) — Американское общество по испытанию материалов. Комитет C01 по цементу, ASTM C 1077-05a Standard Practice for Laboratories Testing)

Архитектура 2030 — инициатива, призывающая глобальную архитектуру и создание сообщества принять цели сокращения выбросов углерода для зданий и продуктов (<https://goo.gl/ksmhCY>).



(12) **United States Patent**
 Niven et al.

(10) **Patent No.:** US 8,845,940 B2
 (45) **Date of Patent:** Sep. 30, 2014

(54) **CARBON DIOXIDE TREATMENT OF CONCRETE UPSTREAM FROM PRODUCT MOLD**

(52) **U.S. CL.**
 USPC 264/82; 264/333; 264/426; 264/297.9; 106/638; 425/64; 425/317

(71) Applicant: CarbonCure Technologies Inc., Halifax (CA)

(58) **Field of Classification Search**
 USPC 29/401.1; 425/63, 64, 317; 106/638; 264/82, 333, 426, 297.9
 See application file for complete search history.

(72) Inventors: Robert Niven, Ketch Harbour (CA); George Sean Monkman, Montreal (CA); Dean Forgeron, Halifax (CA)

(56) **References Cited**

(73) Assignee: Carboncure Technologies Inc., Halifax, Nova Scotia (CA)

U.S. PATENT DOCUMENTS

(*) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 0 days.

1,932,150 A 10/1933 Tada
 2,496,895 A 2/1950 Staley
 (Continued)

(21) Appl. No.: 13/660,447

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

(22) Filed: Oct. 25, 2012

CA 0970935 A 7/1975
 CA 1185078 A 7/1985
 (Continued)

(65) **Prior Publication Data**

OTHER PUBLICATIONS

US 2014/0116295 A1 May 1, 2014

"Fluid Hole and Size". Newton: Ask a Scientist. Retrieved from <http://www.newton.dep.anl.gov/askasci/eng99/eng99365.htm>*

(51) **Int. Cl.**
 C04B 40/00 (2006.01)
 B28B 3/00 (2006.01)
 H05B 6/00 (2006.01)
 B28B 3/06 (2006.01)
 B28B 5/00 (2006.01)
 C04B 7/00 (2006.01)
 C04B 7/34 (2006.01)
 C04B 28/00 (2006.01)
 C04B 32/00 (2006.01)
 B28B 1/00 (2006.01)
 B28B 1/08 (2006.01)
 B28B 17/00 (2006.01)
 B29C 31/04 (2006.01)
 E04G 21/06 (2006.01)
 A21C 3/02 (2006.01)
 B29B 13/00 (2006.01)
 B29C 53/32 (2006.01)
 B29C 69/00 (2006.01)

(Continued)

Primary Examiner — Kaj K Olsen
Assistant Examiner — Karam Hijji
 (74) *Attorney, Agent, or Firm* — Wilson Sonsini Goodrich & Rosati

ABSTRACT

(57) Fresh concrete is treated with carbon dioxide prior to delivery to a product mold for forming concrete products. Carbon dioxide gas is directed through a manifold, which may be coupled to a feedbox or a hopper, upstream from the product mold. Treating the fresh concrete with the carbon dioxide gas while it is in a loose state prior to placement in the product mold may generally promote uniform and enhanced carbon dioxide uptake.

15 Claims, 13 Drawing Sheets

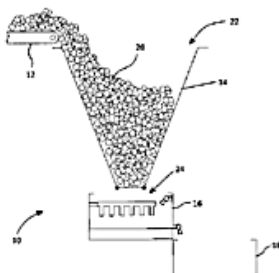


Рисунок 3. Патент CarbonCure Technologic's Inc (<https://goo.gl/kxnnHE>).

Заключение

Процесс внедрения карбонизации в изготовление бетонных блоков может быть эффективным, а изготовленные таким образом блоки отличаются повышенной прочностью (на 18%) при плотности, сопоставимой с контрольными данными.

Эксперименты показали, что количество углекислого газа, поглощаемого бетоном, может быть вдвоем и даже втрое больше без ущерба для производительности в промышленных масштабах.

Система CarbonCure — это базовая технология для переработки углекислого газа в бетон. Однако, ее также возможно свободно комбинировать с другими методиками для сокращения объема выбросов парниковых газов при производстве бетона.

Список литературы:

1. Шмитько Е. И., Крылова А. В., Шаталова В. В. Химия цемента и вяжущих веществ. Воронеж: Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т, 2005. 164 с.
2. Невилль А. М. Свойства бетона. М.: Стройиздат, 1972. С. 269-271.

3. Katz A. Properties of concrete made with recycled aggregate from partially hydrated old concrete // *Cement and concrete research*. 2003. Т. 33. №5. С. 703-711.
4. Shah S. P., Rangan B. V. Fiber reinforced concrete properties // *Journal Proceedings*. 1971. Т. 68. №2. С. 126-137.

References:

1. Shmitko, E. I., Krylov, A. V., & Shatalova, V. V. (2005). Chemistry of cement and binders. Voronezh, Voronezh state. arh.-builds. un-t, 164.
2. Neville, A. M. (1972). Properties of concrete. Moscow, Stroyizdat, 344.
3. Katz, A. (2003). Properties of concrete made with recycled aggregate from partially hydrated old concrete. *Cement and concrete research*, 33(5), 703-711.
4. Shah, S. P., & Rangan, B. V. (1971). Fiber reinforced concrete properties. *Journal Proceedings*, 68(2), 126-137.

*Работа поступила
в редакцию 07.07.2018 г.*

*Принята к публикации
11.07.2018 г.*

Ссылка для цитирования:

Вакуров А. Е., Абросимов И. П. Описание и преимущества технологии производства бетона из диоксида углерода в строительстве // *Бюллетень науки и практики*. 2018. Т. 4. №8. С. 148-153. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/vakurov> (дата обращения 15.08.2018).

Cite as (APA):

Vakurov, A., & Abrosimov, I. (2018). CarbonCure Technologies. *Bulletin of Science and Practice*, 4(8), 148-153.