

Инновационные строительные материалы



**ИННОВАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ
МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ И
БЕТОНОВ НА ИХ ОСНОВЕ**

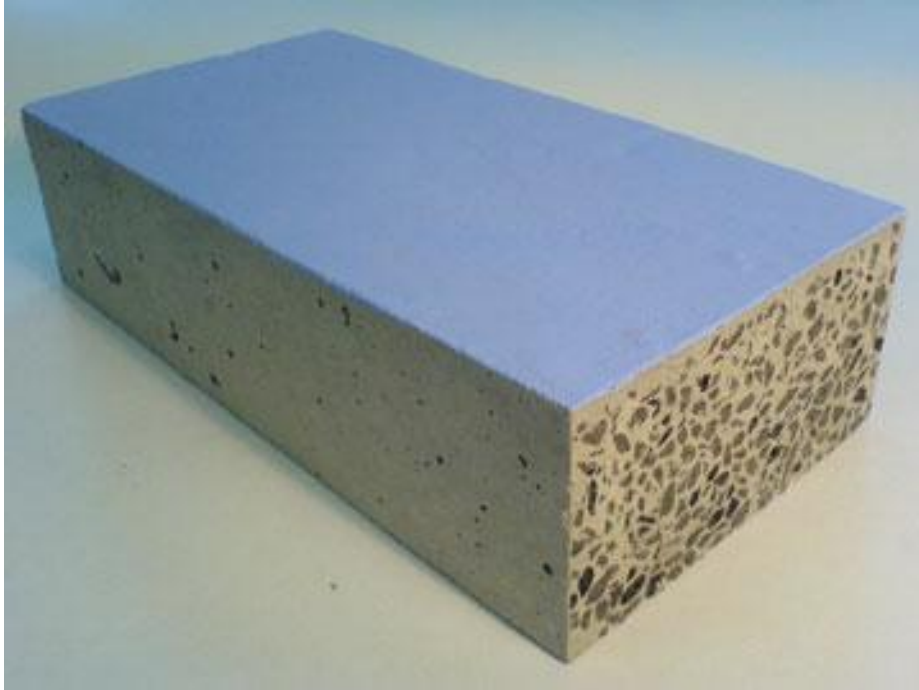


В ближайшей перспективе бетон останется одним из самых ключевых строительных материалов в градостроительстве.

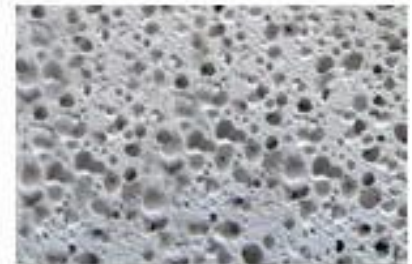
Во-первых, при его производстве происходит минимальное потребление невозполнимых природных ресурсов. К примеру, для того чтобы получить одну тонну бетона, надо переработать 6–7 тонн природных ресурсов. Для сравнения: чтобы выработать одну тонну стали, требуется почти в три раза больше природных ресурсов — примерно 20 тонн, причем 19 тонн — в виде отходов.

Во-вторых, по своим показателям прочности, долговечности и т. д. бетон и железобетон практически не уступают другим видам стройматериалов. Нормативный ресурс его службы рассматривается в пределах 100 лет.

В-третьих, у этого материала самая высокая сочетаемость с другими материалами.



В современном строительстве находят применение десятки видов бетонов, среди которых традиционные бетоны, фибробетоны, полистиролбетоны, пористые, гидроизолирующие и другие. По некоторым показателям они приблизились к природному камню и даже металлу.



1. Полистиролбетон
2. Пенобетон
3. Арболит
4. Газосиликат
5. Керамзитбетон





В настоящее время созданы и все чаще применяются пятикомпонентные системы, которые наряду с такими традиционными исходными материалами, как цемент, вода и крупный и мелкий заполнитель, включают в себя специальные добавки.

Добавки вводятся с целью воздействия на технологические, физико-химические и физико-механические свойства бетонной смеси, свежеформованного и затвердевшего бетона. К подобным свойствам относятся, например, удобоукладываемость смеси, прочность, проницаемость, долговечность, декоративные свойства бетона. Как правило, для применения добавок в бетоны требуется получение от органов строительного надзора разрешения, если добавки еще не стандартизированы.

Особенно высокие требования при получении допуска к применению предъявляются к таким добавкам, которые должны использоваться в бетоне при изготовлении несущих конструктивных элементов.



Добавки, применяемые для модифицирования свойств смесей, бетонов и растворов, в зависимости от основного эффекта действия подразделяют на классы:

1. Добавки, регулирующие свойства бетонных и растворных смесей:

- пластифицирующие: суперпластифицирующие, пластифицирующие;
- водоредуцирующие: суперводоредуцирующие, водоредуцирующие;
- стабилизирующие;
- регулирующие сохраняемость подвижности;
- увеличивающие воздухо- (газо-) содержание.

2. Добавки, регулирующие свойства бетонов и растворов:

- регулирующие кинетику твердения: ускорители, замедлители;
- повышающие прочность;
- снижающие проницаемость;
- повышающие защитные свойства по отношению к стальной арматуре;
- повышающие морозостойкость;
- повышающие коррозионную стойкость;
- расширяющие.

3. Добавки, придающие бетонам и растворам специальные

- противоморозные: для «холодного» бетона, для «теплого» бетона;
- гидрофобизирующие.

4. Минеральные добавки. Минеральные добавки в зависимости от характера взаимодействия с продуктами гидратации цемента подразделяют на типы:

- тип I – активные минеральные;
- тип II – инертные минеральные.

5. Активные минеральные добавки подразделяют на следующие группы:

- обладающие вяжущими свойствами;
- обладающие пуццолановой активностью;
- обладающие одновременно вяжущими свойствами и пуццолановой активностью.

Критерий эффективности – это количественное значение технического эффекта, характерного для каждой группы добавок. Так, например, к первой группе пластифицирующих добавок относят такие добавки, которые обеспечивают увеличение подвижности (осадки конуса) бетонной смеси от П1 (ОК = 2-4см) до П5 (ОК = 21см) без снижения прочности бетона во все сроки испытания. Если добавка обеспечивает увеличение подвижности от П1 до П4 (ОК = 16-20см) без снижения прочности бетона, то она может быть отнесена ко второй группе пластифицирующих добавок. И, наконец, если добавка обеспечивает увеличение подвижности от П1 до П3 без снижения прочности бетона, то ее следует отнести к третьей группе пластифицирующих добавок.



Высокоэффективные суперпластификаторы на базе эфиров поликарбоксилатов: принцип действия, факторы, влияющие на их эффективность в бетонах; возможности применения в современных технологиях производства бетона

В течение последнего десятилетия суперпластификаторы на базе поликарбоксилатов (РСЕ) стали примером успешного внедрения новой технологии в производстве бетонов.

Начав свой путь в производстве самоуплотняющихся бетонов (СУБ), они постепенно проникли и в область сборного железобетона. Шаг за шагом, эти добавки стали активно применяться производителями товарного бетона и, не в последнюю очередь, производителями готовых ЖБИ.

Благодаря специфике действия РСЕ-пластификаторы позволяют производителям бетона получать продукты с улучшенными характеристиками и оптимизировать процесс производства, как с точки зрения экономики, так и с точки зрения экологии.

Самоуплотняющиеся бетоны (СУБ) и сверхвысокоэффективные бетоны (СВЭБ) могут быть получены только с использованием РСЕ-пластификаторов. При производстве стандартных высокопрочных бетонов добавки заменяют используемые традиционные продукты, благодаря их большому разнообразию и высокой эффективности.



Примеры использования PCE- суперпластификаторов

С разработкой и первым применением PCE-суперпластификаторов была тесно связана разработка самоуплотняющегося бетона (SCC).

Производство самоуплотняющегося бетона невозможно без высокоэффективных пластификаторов. Особенно в производстве сборного железобетона самоуплотняющийся бетон (SCC) в Западной Европе уже занимает большую долю на рынке, в частности в Голландии, Дании и Швеции. Высокое содержание мелкодисперсных частиц и обычно низкий показатель водоцементного отношения вызывают необходимость использования высокоэффективного пластификатора на базе PCE. Кроме того, действие PCE-суперпластификаторов положительно влияет на вязкость самоуплотняющегося бетона.

Рис 12: Производство самоуплотняющегося бетона (SCC)



До добавления суперпластификатора

После добавления суперпластификатора и 3 минут перемешивания



Рис 13: Укладка самоуплотняющегося бетона



Укладка СУБ



Готовый объект

Качественная поверхность



Качественное строение



Рис 15: Укладка защитного слоя бетона в виде самоуплотняющегося бетона и вибробетона

СУБ



Вибробетон





Процесс изучения и создания новых бетонов продолжается. Все в больших объемах обычные бетоны замещаются многокомпонентными модифицированными, что дает возможность, применяя компьютерное проектирование состава бетонов и технологии их приготовления, прогнозировать физико-механические и эксплуатационные характеристики, эффективно управлять структурообразованием на всех технологических этапах и получать материал с требуемыми свойствами.

Сегодня нигде в мире бетон не производится без разного рода химических добавок. К сожалению, в России объемы производства бетона с добавками пока составляют всего лишь 50–60%. Но модифицированный бетон куда более эффективен, чем обычный.

Специалисты отмечают, что отечественный рынок добавок находится на стадии интенсивного роста. Явными представителями отечественных производителей добавок являются: ООО «Полипласт»; группа компаний «Биотех»; ООО «РосХимПром» и др.



Меню

- [Строительная отрасль](#)
- [Добавки для бетона](#)
- [Суперпластификаторы](#)
- [Замедлители схватывания](#)
- [Ускорители набора прочности бетона](#)
- [Противоморозные добавки в бетон](#)
- [Модификаторы бетона](#)
- [Для высокопрочных бетонов](#)
- [Воздуховлекающие добавки](#)
- [Биоцидные добавки](#)
- [Добавки для жестких бетонов](#)
- [Добавки для строительных растворов](#)
- [Средства по уходу за бетоном](#)
- [Смазки и очистители для опалубки](#)
- [Цементная промышленность](#)

[Главная](#) / [Продукция](#) / [Строительная отрасль](#) / [Добавки для бетона](#)

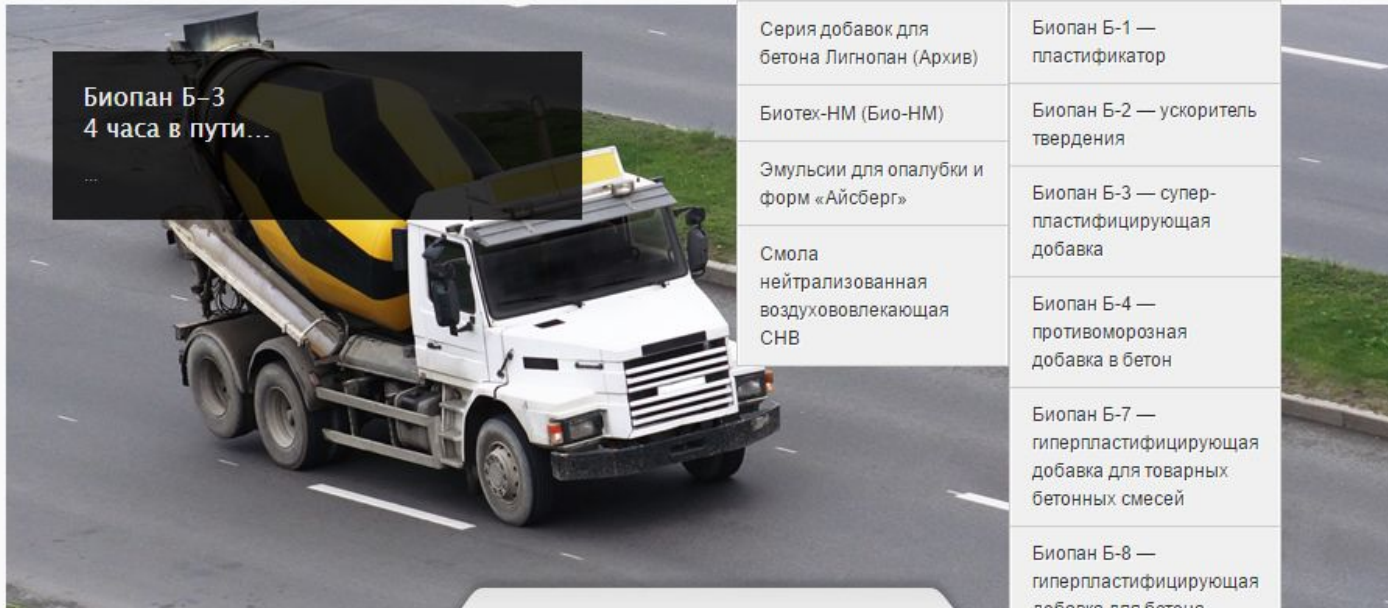
Добавки для бетона

- [Суперпластификаторы](#)
- [Замедлители схватывания](#)
- [Ускорители набора прочности бетона](#)
- [Противоморозные добавки в бетон](#)
- [Модификаторы бетона](#)
- [Для высокопрочных бетонов](#)
- [Воздуховлекающие добавки](#)
- [Биоцидные добавки](#)
- [Добавки для жестких бетонов](#)

Использование модификаторов бетона, т.е. различных химических добавок, - это простой и эффективный способ повысить качество бетона, улучшить его характеристики. Долговечность зданий и сооружений, высокая прочность стен, понижение влагопроницаемости, оптимальные показатели морозостойкости – эти и другие свойства возможно придать бетону с помощью современных специально разработанных добавок в бетоны и растворы.

Модификаторы бетона

Модификаторы бетона, предлагаемые современными производителями, классифицируются по принципу оказываемого действия на бетонную смесь. Добавки в бетоны и растворы противоморозные обеспечивают нормальные условия твердения бетона при отрицательных температурах, предотвращая замерзание воды и, следовательно, не давая процессу гидратации вяжущего замедлиться. Ускорители твердения способствуют уменьшению срока набора бетоном заданной прочности. Применяются в производстве высокопрочных бетонов, т.к. их



Биопан Б-3
4 часа в пути...

Продукция	
Серия добавок для бетона Биопан	Биопан Р1 — добавка для растворов
Серия добавок для бетона Лигнопан (Архив)	Биопан Б-1 — пластификатор
Биотех-НМ (Био-НМ)	Биопан Б-2 — ускоритель твердения
Эмульсии для опалубки и форм «Айсберг»	Биопан Б-3 — суперпластифицирующая добавка
Смола нейтрализованная воздухововлекающая СНВ	Биопан Б-4 — противоморозная добавка в бетон
	Биопан Б-7 — гиперпластифицирующая добавка для товарных бетонных смесей
	Биопан Б-8 — гиперпластифицирующая добавка для бетона, ЖБИ и К



Производим качественные добавки в бетон в России

Группа компаний «Биотех» является разработчиком и производителем добавок для бетонов, а так же разделительных средств (эмульсии) для форм и позволяет эффективно решать задачи экономии цемента и получения бетонных смесей с высокими эксплуатационными

Каталог

- › Диоксид титана
- › Пигменты
- › Микрокальцит, микротальк
- › Цемент
- › Известь
- › Клей Mitalux
- › Пенообразующие добавки
- › **Пластификаторы, добавки в бетон**
- › Дисперсии ЛКМ
- › Добавки в ЛКМ



[Отправить заказ](#)



[Подписаться на новости](#)

Продукция «Росхимпром»

Армирующие, структурообр.

- › [Макспен](#)
- › [СДО](#)
- › [Фиброволокно полипропиленовое](#)

Защита бетонов

- › [Лак ВВМ-М](#)
- › [Грунтовка по бетону «Престиж»](#)

Гидробетон

- › [Д-5 - Гидрофобизирующий суперпластификатор](#)
- › [ПФМ - Полифункциональный модификатор](#)

Полусухое прессование

- › [GLENIUM® 51](#)
- › [Диспергатор НФ](#)
- › [Кратасол](#)
- › [RheoFIT® 740](#)
- › [Solvitose FC 100](#)
- › [FORTRISE - Middle](#)
- › [Суперпластификатор С-3](#)

ЖБИ, ТВО

- › [Кратасол-УТ](#)
- › [УП-2](#)
- › [УП-2М](#)
- › [Феррокрит Базис](#)
- › [Феррокрит Ультра](#)
- › [Суперпластификатор МФС](#)
- › [Суперпластификатор Кратасол - С3](#)
- › [Суперпластификатор С-3](#)

Противоморозные добавки

- › [АКМ — 20](#)
- › [Кратасол Крио П](#)
- › [Семпласт-Крио](#)
- › [Суперпласт ПМ](#)
- › [УП-5](#)
- › [Формиат натрия](#)
- › [УП-3](#)
- › [УП-3 м](#)
- › [Ф-5](#)
- › [Ф-5 м](#)
- › [АФ](#)
- › [Кратасол-Крио](#)
- › [АФ 25](#)



Области применения

- Ремонт бетона
- Защита бетона
- **Добавки в бетон**
- Гидроизоляция фундамента
- Цементация
- Промышленные полы
- Расходные материалы для ТПК
- Консолидация грунта
- Набрызг-бетон
- Подземное строительство

Главная > Области применения > Добавки в бетон

Производство бетона

Наши инновационные добавки в бетон продлевают срок эксплуатации и повышают надежность бетонных конструкций

Правильный выбор добавок играет важную роль при производстве бетона.

Бренд Master Builders Solutions концерна BASF лидирует в строительной отрасли как производитель инновационных высокоэффективных добавок для производства товарного бетона, сборного бетона, жестких бетонных смесей, материалов для подземного строительства, улучшая технологический процесс бетонирования, способствуя лучшей перекачиваемости и сохранению подвижности бетонной смеси. В портфолио Master Builders Solutions представлен широкий ассортимент высококачественных продуктов для увеличения производительности, повышения рабочих характеристик и эффективности, а также добавки для повышения прочности, долговечности, водостойкости, эстетики и долговечности бетона.

▼ Пластификаторы и суперпластификаторы

BASF разработал специальные пластифицирующие добавки, которые позволяют изготавливать высокопрочный бетон с повышенными показателями долговечности. Применение этих добавок делает бетонную смесь более технологичной, облегчая ее укладку. Такие пластификаторы можно найти в линейках материалов серии MasterGlenium, MasterRheobuild и MasterPozzolith.

- » **MasterGlenium:** суперпластифицирующие добавки на основе эфиров поликарбоксилата.
- » **MasterRheobuild:** пластифицирующие добавки с реопластичными свойствами
- » **MasterPozzolith:** высокоэффективные водоредуцирующие добавки
- » **MasterCast:** добавки для жестких бетонных смесей и растворов

▼ Специальные продукты

Наша линейка **специальных** продуктов позволяет достигать уникальных характеристик бетона и бетонной смеси. С их помощью становится возможным управление сроками схватывания, обеспечение самоуплотнения, правильное воздухововлечение. Данные продукты обеспечат эстетику и долговечность бетонной конструкции.

Используя высококачественные **добавки**, накопленный опыт и профессиональные знания, концерн BASF разрабатывает для производителей оптимальные решения для изготовления бетона с особыми качественными характеристиками. Среди этих характеристик можно выделить: высокую раннюю и конечную прочность, стойкость к истиранию, повышенную морозостойкость и водонепроницаемость, возможность перекачки бетонной смеси на большие расстояния.

- » **MasterCast:** добавки для жестких бетонных смесей
- » **MasterKure:** пленкообразующий состав для ухода за свежеложенным бетоном
- » **MasterMatrix:** модификатор вязкости бетонной смеси
- » **Master X-Seed:** ускоритель схватывания и набора прочности бетона

■ Бренды

MasterRheobuild

» [Подробнее...](#)

MasterMatrix

» [Подробнее...](#)

MasterPolyheed

» [Подробнее...](#)

MasterPozzolith

» [Подробнее...](#)

MasterKure

» [Подробнее...](#)

Мастер X-Seed

» [Подробнее...](#)

MasterCast

» [Подробнее...](#)

MasterGlenium

» [Подробнее...](#)

» [Обзор брендов](#)



СТРОИТЕЛЬНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ

Нанотехнологии (НТ) должны стать мощным импульсом для развития научно-технического прогресса во всем мире. Уже сейчас ученые создают прорывные технологии, а промышленники приступают к производству материалов с недоступными до сих пор свойствами. Предприятиям стройиндустрии удалось добиться серьезных успехов в изготовлении новых строительных материалов на основе портландцемента: бетона, железобетона, пенобетона, сухих строительных смесей.

Напомним, что началом интенсивного развития нанотехнологий (НТ) считают 1984 г., когда был открыт **фуллерен** - новая форма существования углерода, самая знаменитая до настоящего времени наночастица (НЧ).

Фуллерен имеет каркасную структуру, очень напоминающую футбольный мяч, состоящий из «заплаток» пяти- и шестиугольной формы. Если представить, что в вершинах этого многогранника находятся атомы углерода, то мы получим самый стабильный фуллерен C_{60} . В молекуле C_{60} , которая является наиболее известным, а также наиболее симметричным представителем семейства фуллеренов, число шестиугольников равно 20. При этом каждый пятиугольник граничит только с шестиугольниками, а каждый шестиугольник имеет три общие стороны с шестиугольниками.

Фуллерены являются веществами, хотя и высокоэффективными как упрочнители цементных материалов, однако очень дорогими и поэтому в широкой практике не используются.

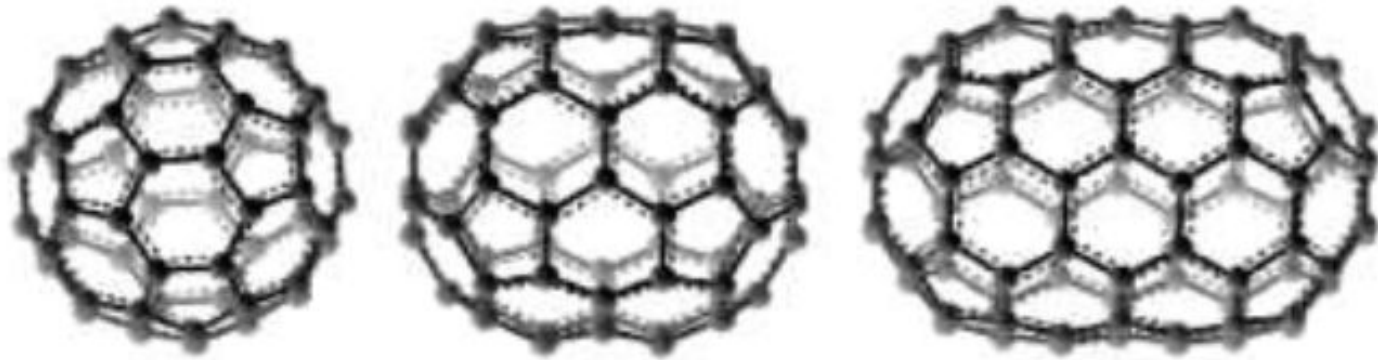


Рисунок 2. Представители фуллеренов: C_{60} , C_{70} , C_{90}



Рисунок 1. Структура фуллерена

Открывшие ее ученые были удостоены Нобелевской премии. Возможно, в скором времени первое место по известности займет другая НЧ, точнее наноструктура, - графен, за открытие которого в 2010 г. тоже была присуждена Нобелевская премия.

В 1991 г. был открыт еще один вид углеродных НЧ - **нанотрубки**, совокупность выдающихся свойств которых превзошла таковую для фуллерена.

Нанотрубка - это молекула из более чем миллиона атомов углерода, представляющая собой трубку с диаметром около нанометра и длиной несколько десятков микрон. В стенках трубки атомы углерода расположены в вершинах правильных шестиугольников.



Рисунок 3. Структура нанотрубки



В индивидуальном виде и фуллерен, и нанотрубки - очень дорогие вещества, строителям они не по карману. Однако благодаря усилиям российских ученых удалось получить так называемые фуллероиды - НЧ значительно более дешевые, но почти столь же эффективные, как фуллерен. Их использование позволяет получать цементные изделия с лучшими показателями при меньшей стоимости.

При изготовлении современных **наноматериалов на основе портландцемента** (бетона, железобетона, пенобетона, сухих строительных смесей) введение в исходные цементные смеси очень небольшого количества наночастиц различных веществ способно заметно улучшить показатели свойств изделий. Такие НЧ получили название **наномодификаторов (НМ)**, а их использование - **наномодифицирования**.



Нанобетон с наноармированием

Первых успехов наномодифицирования бетонов добился исследователь из Санкт-Петербурга А.Н. Пономарев с сотрудниками. Им был создан водорастворимый аналог фуллерена **"Астрален-С"**, специально предназначенный для цементных материалов. Он представляет собой порошок с насыпной плотностью 600 - 900 кг/м³. Каждая его крупинка является кластером, построенным из наночастиц. Средний размер кластеров 300 нм.

Введение "Астралена-С" в цементные смеси в количестве 0,15% от массы цемента позволяет повысить их подвижность от П1 до П5, заметно увеличив прочность.

На основе "Астралена-С" был разработан **"Астрофлекс-РК"** - **наноструктурированный неорганический ремонтный композит на водной основе**. Его предназначение - быстрый ремонт взлетных полос аэродромов, железнодорожных железобетонных шпал, путей метрополитена, а также других подобных объектов.

Через два часа после использования прочность "Астрофлекса-РК" достигает 20 +/-2МПа, через 12 часов - 30 +/-5МПа, через 36 часов - 40 +/-5МПа.



Петербургские разработчики создали также **"Астрофлекс ГП-1"** - материал, проявляющий свойства гиперпластификатора. Производится он в виде порошка и 30%-ного водного раствора. Вводить его надо в количестве 0,15% от массы цемента. **Подвижность смеси при этом повышается от П1 до П5. Увеличивается также прочность, снижается водопроницаемость изделий**, изготовленных из смесей с этой добавкой. "Астрофлекс ГП-1" предназначен для использования в гидротехнических, дорожных и самоуплотняющихся бетонах, в том числе в железобетоне заводского изготовления и цементно-песчаных смесях.

Очень интересной разработкой А.Н. Пономарева является **модифицированная астраленами базальтовая микрофибра (МФ)**, предназначенная для дисперсного армирования бетонов вместо прутковой стальной арматуры или дисперсного армирования стальной фиброй.

Введение МФ позволяет получить двойной эффект. Во-первых, МФ становится дисперсной арматурой для бетона, а дисперсное армирование эффективнее традиционного - прутковой арматуры. Во-вторых, с помощью МФ легче равномерно распределять в бетонной смеси НЧ астраленов.



С использованием такой микрофибры уже уложены сотни кубометров бетонных смесей различного назначения, в частности при строительстве моста через Волгу в г. Кимры Тверской области. Бетон там использован легкий (плотность $1,6 \text{ т/м}^3$, но прочность его была высокой: на сжатие до 60 МПа , на растяжение до 6 МПа). Морозостойкость также высокая (F300). Великолепны и водопроницаемость (W16 - 20), и водопоглощение (менее 1%).





Возможной областью строительства, где применение модифицированной базальтовой МФ и водорастворимых астраленов окажется эффективным и масштабно востребованным, станет производство наноструктурированных пено- и газобетонов. Эксперименты с такими материалами показали, что при изготовлении из них блоков стандартного размера будут достигнуты следующие результаты:

- заметное увеличение выхода годных блоков вследствие повышения трещиностойкости и прочности на сжатие;
- сокращение производственного цикла;
- снижение плотности на 8 - 10% при одновременном повышении технико-экономических показателей.

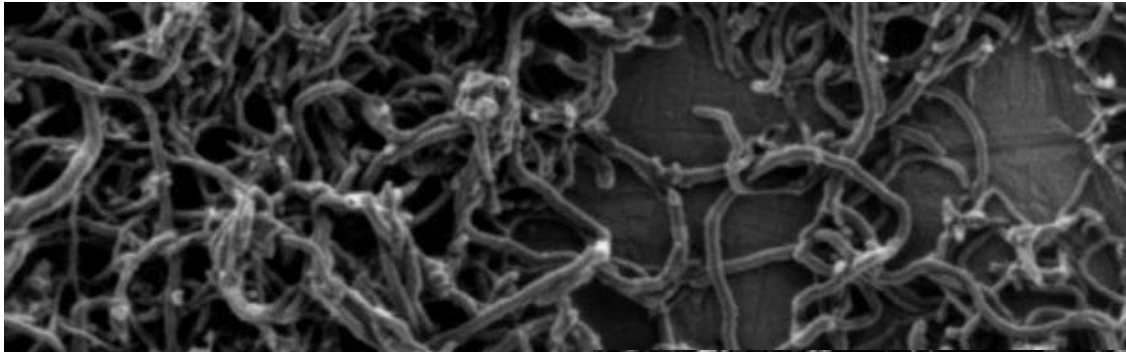
Заметных успехов в наномодифицировании бетонов добилась и другая группа исследователей из Санкт-Петербурга под руководством профессора Ю.В. Пухаренко. Ею разработан эффективный наномодификатор, позволяющий при расходе 1,4 кг на 1 м³ бетонной смеси увеличить подвижность последней на 20 - 25%, повысить морозостойкость и водонепроницаемость бетонов до полутора раз и снизить стоимость бетона на 200 руб. за 1 м³.



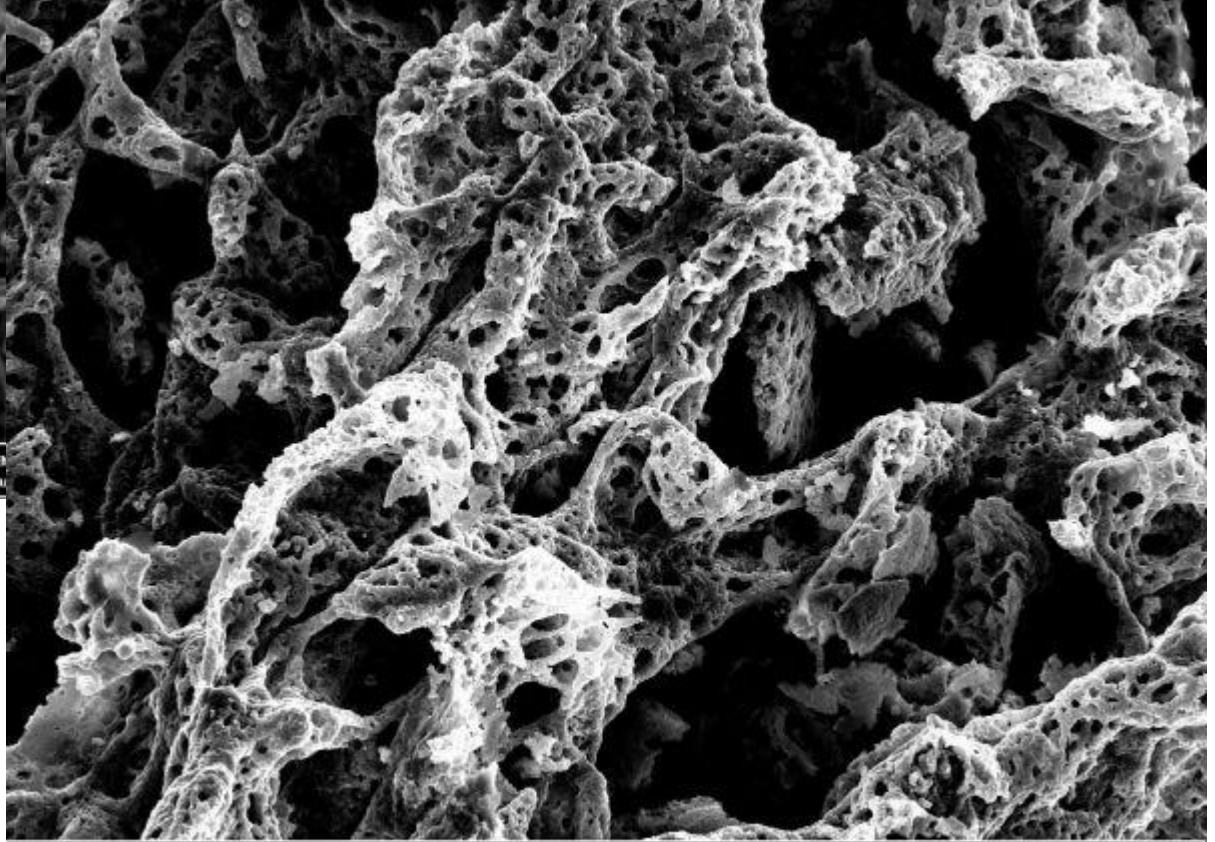
Модификатор "Таунит"

Наномодификатор "Таунит" (Тамбовский университет), разработанный и запущенный в промышленное производство совместными усилиями сотрудников Тамбовского государственного технического университета, ООО "Тамбовский инновационно-технологический центр машиностроения", ОАО "Тамбовский завод "Комсомолец" им. Н.С. Артемова". Производителем **"Таунита"** в настоящее время является ООО "НаноТехЦентр", г. Тамбов.

Получают "Таунит" каталитическим пиролизом углеводородов, при этом образуются твердые углеродные наномасштабные нитевидные образования преимущественно цилиндрической формы с внутренним каналом. Установлено, что добавление сверхмалых (0,001 - 0,0001%) доз "Таунита" в цементные смеси позволяет в полтора раза повышать прочность бетонов. Эффективен "Таунит" и как модификатор полиэтилена, полипропилена, полиуретана, фторопласта (в 1,5 - 3 раза повышает прочность этих полимеров), клеев, лакокрасочных материалов (увеличивает адгезионную прочность, теплостойкость), гальванических, хромовых, цинковых покрытий (повышает твердость, износостойкость, снижает пористость).



Mag = 22.86 K X 200 nm WD = 0.8 mm EHT = 1.00 kV FIB Imaging - SEM
Neon 40-35-18 Noise Redu



Mag = 978 X 10 µm WD = 1.0 mm EHT = 20.00 kV FIB Imaging - SEM FIB Lock Mags = No Signal A - In Lens Date :12 Mar 2009 Time :14:11:55
Neon 40-35-18 Noise Reduction - Pixel Avg. FIB Probe = 30KV:500 pA System Vacuum = 2.83e-006 mbar



Ныне всем известно о негативном влиянии на человека электромагнитных излучений. **Введение "Таунита"** в материалы, предназначенные для поглощения этих излучений, **позволяет усилить экранирующую способность.**

"Таунит" понравился даже японцам, которые являются лидерами в нанотехнологической гонке. Одна из японских фирм закупила у тамбовчан реактор синтеза "Таунита". Еще один такой реактор закупила Украина, а в России второй реактор смонтирован в г. Владимире.



Простое повышение прочности

Необычные НЧ создали инженеры из Научно-образовательного центра химической физики и мезоскопии Удмуртского научного центра Уральского отделения РАН, Ижевского государственного технического университета и ОАО "Завод "Купол". Эти частицы представляют собой металлы (железо, кобальт, медь, никель), включенные в оболочку углерода. Такие НЧ оказались особенно эффективными для **нанобетонов**: повышают в два раза их прочность и трещиностойкость, снижают усадку. А вводить их надо в количестве 0,001 - 0,01% по отношению к цементу.

НПО "Стеклопластик" из Московской области разработало бетон, получаемый из портландцемента, традиционных заполнителей и наномодификатора (его суть - ноу-хау), добавляемого в количестве 0,01 - 0,02% к массе цемента, и воды, но не обычной, а структурированной ультразвуковой обработкой.

Такой бетон уже в семисуточном возрасте приобретает прочность 47 - 50 МПа. Окончательная его прочность - около 100 МПа против 50 - 60 МПа для бетона того же состава, но приготовленного без наномодификатора и на обычной воде.



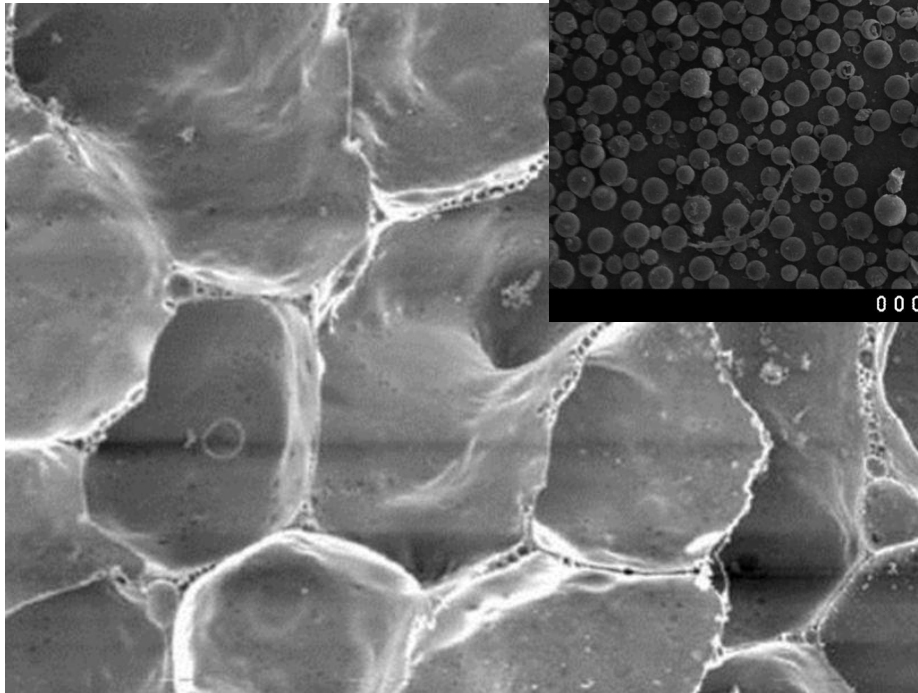
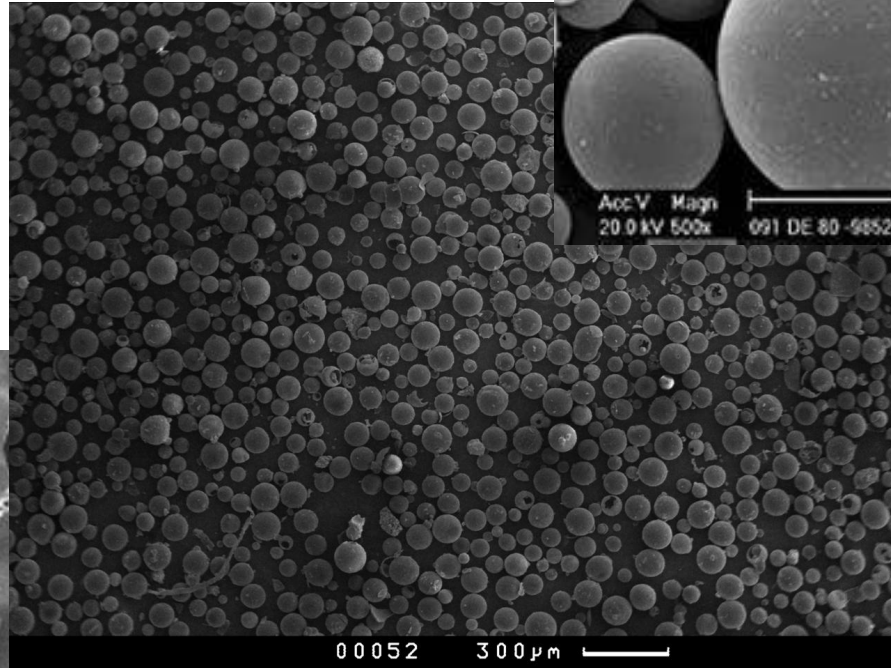
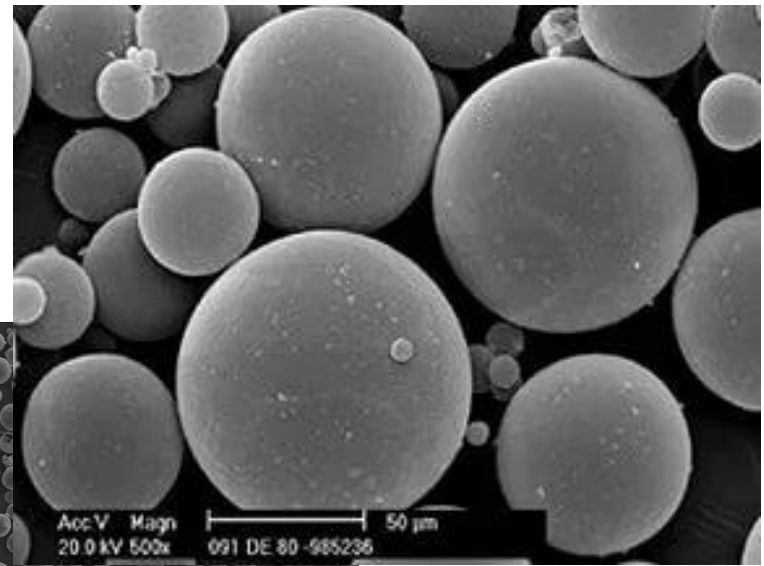
Теплоизоляционные бетоны

В рамках Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова создан НИИ "Наносистемы в строительном металловедении", который уже выдал "на-гора" немало новинок в сфере наноматериалов строительного предназначения.

Одной из наиболее интересных среди них является гранулированный наноструктурирующий наполнитель, предназначенный для производства конструкционных бетонов, обладающих повышенными теплоизоляционными свойствами.

Использование таких наполнителей позволяет получать легкие бетоны с плотностью 1100 - 1400 кг/м³ общей пористостью до 85%, причем 75 - 80% пор являются закрытыми, то есть не поглощающими воду. Поэтому, несмотря на существенное уменьшение плотности, водопоглощение бетона снизится в два раза по сравнению с бетонами на основе традиционных легких наполнителей.

Наряду с этим наполнитель, почему он и называется наноструктурирующим, активно воздействует на цементную матрицу, увеличивая долю наночастиц в продуктах гидратации цемента.





Разнообразные свойства микрокремнезема

Наряду с углеродными НЧ в последние годы при производстве материалов на основе портландцемента во всевозрастающих объемах стали использовать НЧ диоксида кремния. Эти НЧ несколько менее активны, чем углеродные, зато они несравненно дешевле. Более того, одна из разновидностей данных НЧ - **микрокремнезем (МК)** - образуется как побочный продукт при производстве элементного (металлического) кремния и ферросилиция. Хотя в основном этот продукт состоит из частиц, размеры которых лежат в коллоидном диапазоне, в нем немало и частиц наноразмерного диапазона. За рубежом МК используют уже около 30 лет, прежде всего при сооружении высотных зданий. В России с недавнего времени после обстоятельных исследований, проведенных в Научно-исследовательском, проектно-конструкторском и технологическом институте бетона и железобетона (г. Москва), МК также начали применять в заметных объемах. Его рекомендовано использовать по следующим наиболее рациональным направлениям:

- при изготовлении несущих и ограждающих конструкций для транспортного, промышленного и гражданского строительства, в том числе подземных и гидротехнических сооружений;
- при возведении монолитных железобетонных массивов с модулем поверхности менее трех, к которым предъявляются требования по обеспечению пониженной кинетики тепловыделения;



- при строительстве конструкций из бетонов низкой проницаемости (марок по водонепроницаемости W16 - W20), повышенной коррозионной стойкости (без вторичной защиты) и морозостойкости при одновременном обеспечении высокой прочности;
- при изготовлении конструкций из бетонов высокой (классы В45 - В60) и сверхвысокой (классы выше В60) прочности, изделий из пластичных бетонных смесей;
- при необходимости обеспечения высокой ранней прочности (на уровне 25 - 30 МПа в возрасте 1 - 2 суток), достаточной для распалубки конструкций и их нагружения;
- при возведении специальных конструкций с использованием высокопластичных нерасслаивающихся бетонных смесей;
- при возведении преднапряженных железобетонных конструкций с учетом возможностей ранней передачи напряжений с арматуры на бетон;
- при устройстве высокоплотных и прочных защитных покрытий способом пневмобетонирования ("мокрого" торкретирования) и при ремонтно-восстановительных работах на ответственных сооружениях;
- при возведении уникальных конструкций и сооружений из высокопрочного и сверхвысокопрочного дисперсно-армированного бетона (фибробетона);
- при устройстве сооружений из бетона сверхнизкой проницаемости для консервации и захоронения отходов, в том числе радиоактивных.



Отметим, что использование этого наноматериала позволяет получить бетон с расходом цемента 200 - 450 кг/куб. м и следующими характеристиками: марочная прочность М300 - М1000, водонепроницаемость W12 - W16, морозостойкость F200 - F600 и даже F1000, коррозионная стойкость не ниже чем у сульфатостойкого цемента.

При использовании МК появляется возможность экономить до 25% цемента в бетонах без потери их технологических свойств.

Самоочищающиеся бетонные поверхности

К сожалению, наша страна, несмотря на вышеописанные примеры достижений в области нанобетонов, несколько отстала в этой сфере от зарубежья. Так, в Европе 1 декабря 2007 г. был дан старт амбициозному исследовательскому проекту "UNACON" стоимостью 1,1 млрд евро, целью которого является разработка многофункциональных нанодобавок для бетонов. С этой целью сформирован синдикат научных и производственных предприятий. Координацию работ осуществляет "SF-Kooperation" из города Бремена. Партнерами синдиката являются два НИИ из Германии, университет из Австрии. Производственные предприятия представлены Европейским союзом малых и средних предприятий.



Одним из необычных направлений в исследованиях этого синдиката является создание **бетонов с самоочищающимися поверхностями**, чего предполагается достичь с помощью наноразмерного диоксида титана рутильной модификации, который является **фотокатализатором**, способным окислять до углекислого газа и воды на своей поверхности при освещении солнечным светом частицы органических веществ, составляющих загрязнения, обычно оседающие на фасадах зданий.

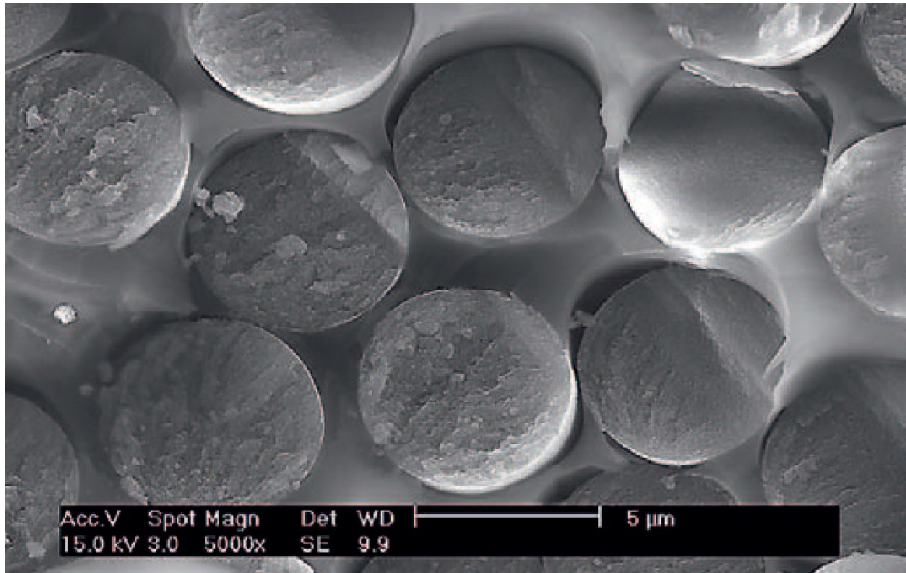
Фотокатализатор способен окислять и молекулы таких веществ, как пары бензина, оксид углерода, альдегиды, - то, что выбрасывает в воздух автомобильный двигатель, и разрушать тела микроорганизмов. Таким образом, бетонная стена, содержащая наночастицы фотокатализатора, будет не только самоочищаться, но и оздоравливать воздух в населенном пункте. На ряде европейских заводов производство бетонных изделий с фотокатализатором уже начато. Отметим, что в России с использованием таких фотокатализаторов налажено производство бытовых очистителей и обеззараживателей воздуха.

На кафедре «Строительные материалы и технологии» к.т.н., доцентом кафедры Тимохиным Д.К. и магистранкой Гераниной Ю.С. Разработаны составы и опытные образцы тротуарных плиток на основе самоочищающегося бетона.





Фиброармированные системы (FRP) компании BASF около 30 лет применяются в аэрокосмической промышленности, где основными требованиями к материалам являются легкость, высокая прочность и отсутствие коррозии. В строительстве фиброармированные системы используют для наружного усиления конструкций, выполненных из железобетона, монолитного бетона, каменной кладки, стали, в качестве внутренней арматуры бетона. Преимуществом FRP-материалов в сравнении со сталью являются низкая текучесть, небольшая толщина, легкость и высокий предел прочности на растяжение (в 10 раз выше, чем у стали). В результате совместной работы с партнерами BASF в Европе и Азии сформирована компактная система композитных материалов для восстановления и повышения несущей способности сооружений — система MBrace®.





Области применения системы MBrace® Усиление конструкций с использованием системы MBrace® производится в тех случаях, когда несущая способность конструкции недостаточна и требуется произвести усиление без утяжеления или значительного изменения геометрии. Композитные материалы применяют в следующих случаях:

- для повышения сейсмостойкости зданий и сооружений, находящихся в районах с угрозой землетрясений;
- для значительного увеличения сопротивления ударным и динамическим нагрузкам;
- для восстановления несущей способности сооружений различного назначения при усталости элементов конструкции, наличии трещин, прогибов, коррозии арматуры;
- для повышения несущей способности транспортных сооружений, требующих усиления в связи с увеличением статической и динамической транспортных нагрузок;
- для сохранения несущей способности конструкций при изменении конструктивных схем.



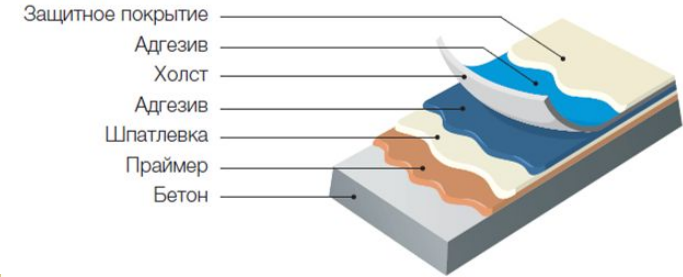
Система MBrace® является комплексной. В ее состав входят материалы для ремонта, усиления и защиты конструкций:

- Emaco® Nanocrete R3 и Emaco® Nanocrete R4, для восстановления поверхности перед креплением ламелей и холстов Mbrace®;
- праймер MBrace® Primer для создания прочного сцепления с бетонным основанием и по металлу;
- шпаклевка Concreative® 1406, используется для заполнения пор и поверхностных дефектов;
- различные адгезивы:
для ламинатов (MBrace® Laminate Adesivo)
и холстов (MBrace® Adesivo Saturant);
- системы полотен и углепластиков MBrace® Sheets и MBrace® Laminate;
- защитные покрытия Masterseal® 588 и Masterseal® F1131.



Система холстов

Тканые холсты на основе однонаправленных углеродных высокопрочных волокон пропитываются эпоксидной смолой непосредственно на основании и формируют твердое фиброармированное полимерное соединение, повышающее полезную нагрузку.



Тканые холсты MBrace® Fibres



MBrace® Fibres CF — холсты на основе однонаправленных углеродных волокон

Рекомендуемое применение

Применение холстов MBrace® CF обеспечивает:

- уменьшение прогиба плит перекрытия и стен;
- сопротивление осевому сжатию и уменьшение трещинообразования колонн;
- сейсмическую стойкость колонн и стен;
- увеличение допустимой осевой нагрузки на колонны;
- уменьшение усталостных деформаций в конструкциях.

Преимущества

- высокая прочность и жесткость (в 5–10 раз больше стали);
- влаго и хемостойкость;
- высокая прочность на растяжение;
- препятствие развитию трещин;
- можно использовать несколько взаимоперпендикулярных слоев.



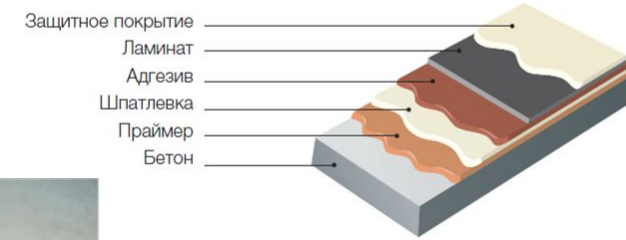


Ламели MBrace® Laminate



Система ламелей

Ламели на основе однонаправленных углеродных волокон наклеиваются эпоксидной смолой на основание, увеличивая несущую способность конструкции.



Рекомендуемое применение

- для компенсации прогибов на плитах перекрытий и стенах;
- для усиления бетонных, каменных и стальных конструкций;
- для уменьшения прогиба при постоянной и переменной нагрузке;
- для повышения усталостной прочности элементов конструкции.

Преимущества

- быстрая и легкая установка;
- увеличение прочности конструкции без увеличения веса;
- простота перевозки и маневрирования;
- высокая стойкость к усталостным деформациям;
- отсутствие коррозии;
- водонепроницаемость;
- возможность предварительного напряжения лент.

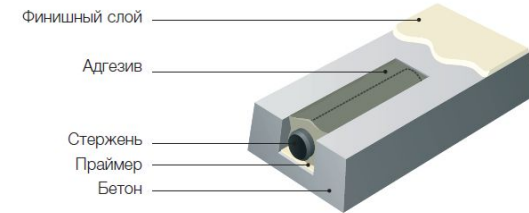


Стержни MBrace® MBar



Система стержней

Стержни на основе однонаправленных углеродных волокон укладываются в подготовленную в основании штрабу, залитую эпоксидной смолой.



Рекомендуемое применение

- для уменьшения прогибов на плитах перекрытий, стенах, балках и т.д.;
- для усиления бетонных, каменных и стальных конструкций.

Преимущества

- быстрая и легкая установка;
- увеличение прочности конструкции без увеличения веса;
- простота перевозки;
- высокая стойкость к усталостным деформациям;
- отсутствие коррозии.



Усиление кирпичных колонн

«Павильона Катальной горки государственного музея - заповедника
«Ораниембаум»

(южный берег [Финского залива](#) (южный берег Финского залива в 40 км к западу от [Санкт-Петербурга](#) (южный берег Финского залива в 40 км к западу от Санкт-Петербурга. Находится на территории города [Ломоносова](#)))





Стеклопластиковая арматура (АСП)



ПЕСЧАНОЕ ПОКРЫТИЕ



КОМБИНИРОВАННЫЙ



ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ОДИНАРНЫЙ



ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ДВОЙНОЙ

Характеристики	Металлическая арматура класса А-III (А400) ГОСТ 5781-82	Неметаллическая композитная арматура (АСП — стеклопластиковая, АБП — базальтопластиковая) ГОСТ 31938-2012
Материал	Сталь 35ГС, 25Г2С, 32Г2Рпс	АСП — стеклянные волокна диаметром 13-16 микрон связанные полимером; АБП — базальтовые волокна диаметром 10-16 микрон связанные полимером
Удельный вес	По строительным нормам	Легче металлической арматуры
Временное сопротивление при растяжении, МПа	390	600-1200 — АСП (с увеличением диаметра временное сопротивление растяжению уменьшается, например АСП8-1200, АСП16-900, АСП20-700) 700—1300 — АБП
Модуль упругости, МПа	200 000	45 000-АСП 60 000-АБП
Относительное удлинение, %	0,195	2,2-АСП и АБП
Характер поведения под нагрузкой (зависимость «напряжение-деформация»)	Кривая линия с площадкой текучести под нагрузкой	Прямая линия с упруголинейной зависимостью под нагрузкой до разрушения
Коэффициент линейного расширения $\alpha \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	13-15	9-12
Плотность, т/м ³	7,85	1,9-АСП и АБП
Коррозионная стойкость к агрессивным средам	Разрушается с выделением продуктов коррозии	Нержавеющий материал первой группы химической стойкости
Теплопроводность	Теплопроводна	Нетеплопроводна
Электропроводность	Электропроводна	Неэлектропроводна — диэлектрик

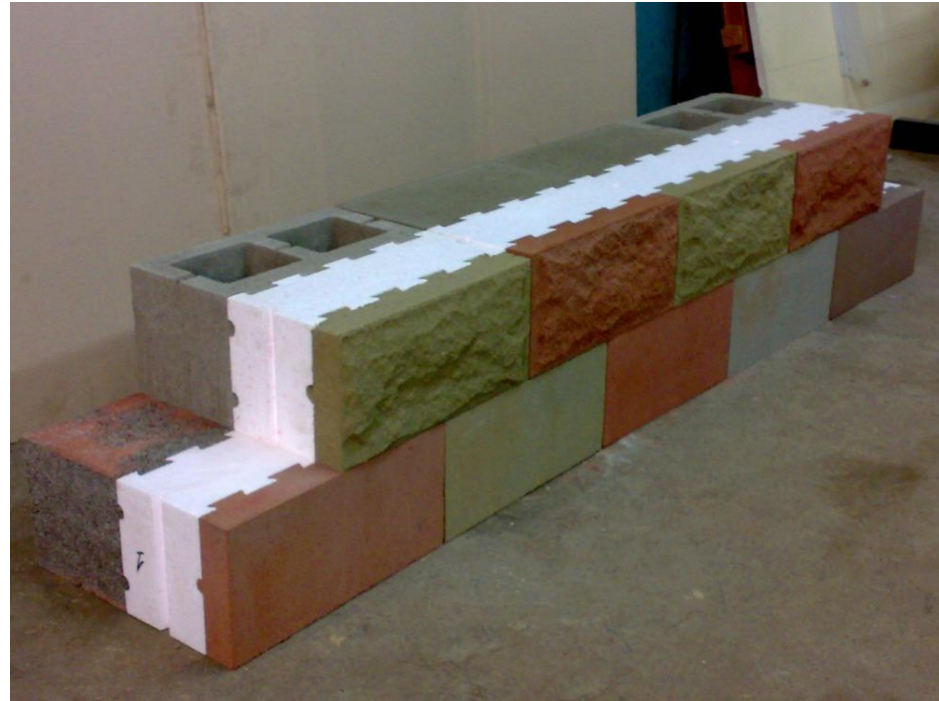
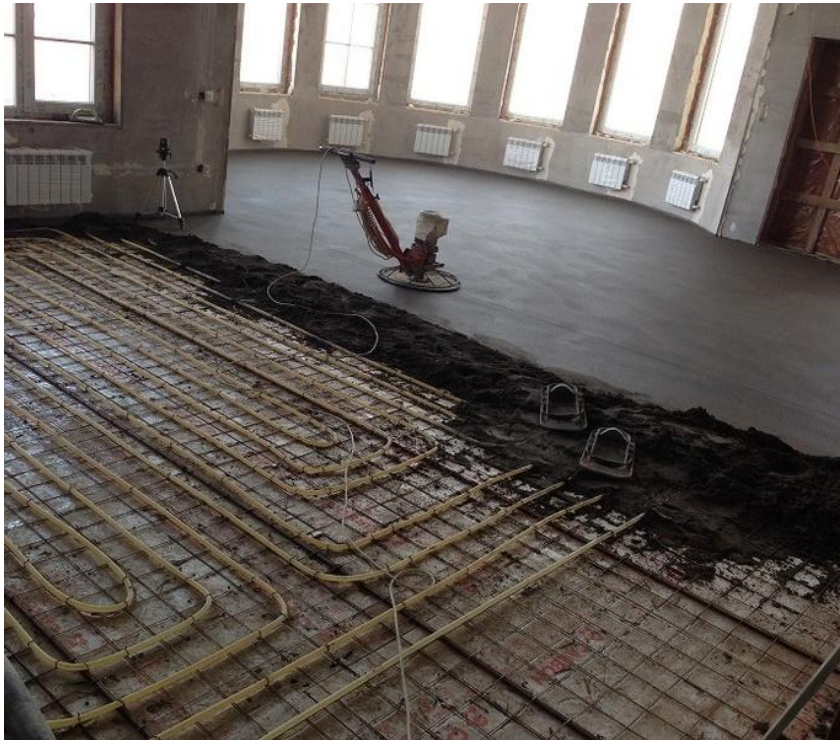


Характеристики	Металлическая арматура класса А-III (А400) ГОСТ 5781-82	Неметаллическая композитная арматура (АСП — стеклопластиковая, АБП — базальтопластиковая) ГОСТ 31938-2012
Выпускаемые профили	6-80	Россия: 4-20. Иностраннные поставщики 6-40
Длина	Стержни длиной 6-12 м (унифицированный размер — в связи с требованием перевозки)	Любая длина по требованию заказчика
Экологичность	Экологична	Экологична — не выделяет вредных и токсичных веществ
Долговечность	По строительным нормам	Прогнозируемая долговечность не менее 80 лет
Замена арматуры по физико-механическим свойствам (кроме величины удлинения под нагрузкой)	5Вр-1 проволока 6А-III 8А-III 10А-III 12А-III 14А-III 16А-III	- АСП-4, АБП-4 АСП-6, АБП-6 АСП-8, АБП-8 АСП-8, АБП-8 АСП-10, АБП-10 АСП-12, АБП-12
Замена арматуры по величине удлинения под нагрузкой (одинаковое удлинение под одинаковой нагрузкой, в пределах упругой деформации стальной арматуры)	6А-III 8А-III 10А-III 12А-III 14А-III 16А-III	АСП-12 АСП-16 АСП-20 - - -



Из различных видов бетона наиболее заметно в ближайшем будущем расширится применение мелкозернистого бетона. Этот вид бетона при правильно подобранном составе характеризуется высококачественной структурой и отличается высокой технологичностью, позволяя сравнительно просто изготавливать изделия как методом прессования с немедленной распалубкой, так и методом литья, что особенно удобно для монолитного домостроения.

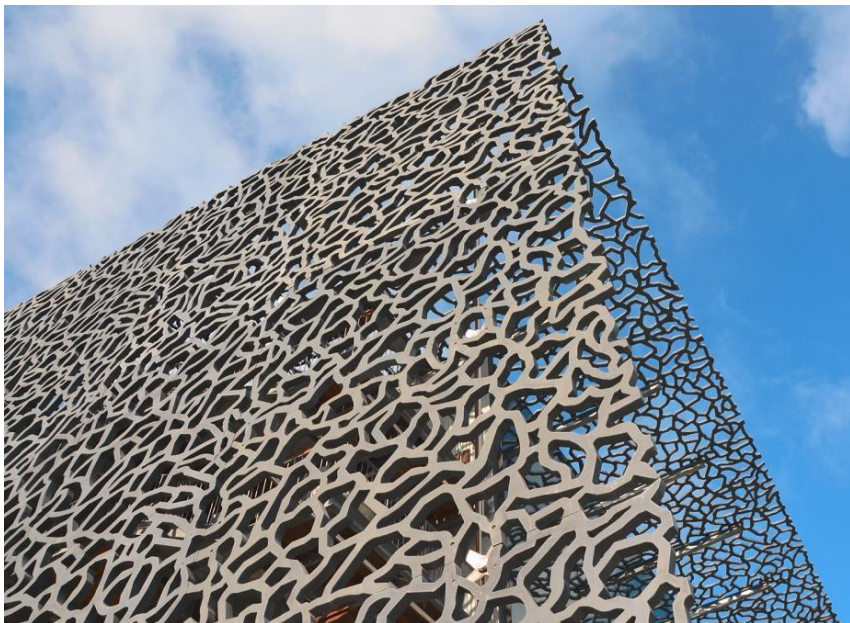
Кроме того, он легко и эффективно модифицируется с помощью органоминеральных добавок, обеспечивая получение материалов с различным комплексом свойств. Его несомненным достоинством является использование дешевых местных песков, что позволяет снизить стоимость бетона на 15–25% по сравнению с крупнозернистыми бетонами на щебне.



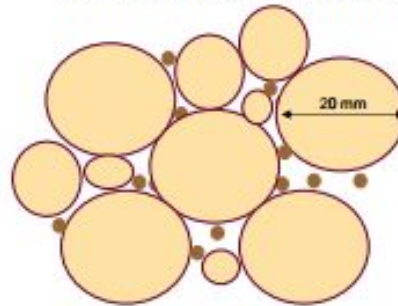


В активную фазу применения входит также так называемый **high performance concrete** — так называют бетон высоких технологий, в котором сконцентрированы лучшие характеристики, присущие бетону. При приготовлении это высокоподвижная, легко укладываемая бетонная смесь, не требующая вибрации для своего уплотнения. При выдерживании она отличается быстрым набором прочности, после затвердевания — это бетон, имеющий великолепную поверхность и цветовую гамму. Высококачественный бетон в сочетании с другими эффективными бетонами позволит создать «дом XXI века», в котором высокопрочный каркас с долговечностью более 200 лет будет сочетаться с эффективными ограждающими конструкциями из суперлегкого и декоративного бетонов и с периодически обновляемыми инженерными сетями и отделкой, что даст возможность получить архитектурно выразительное, быстровозводимое и легко трансформируемое комфортабельное жилье. Еще одна задача — создание новых видов архитектурных бетонов, обеспечивающих цветовое и стилевое единство со старой застройкой.

Многие специалисты указывают, что, учитывая зарубежный опыт и возможность получения экономического эффекта в высотном строительстве, необходимо переходить на тяжелые высокопрочные бетоны класса В60 и выше. За рубежом конструкционная прочность бетонов с 1970 года по 1990 год возросла с 40 до 120 МПа. У нас бетоны класса В60 применялись лишь при изготовлении туннелей для Лефортовского тоннеля и тоннеля в Серебряном бору — пока это единичные примеры.

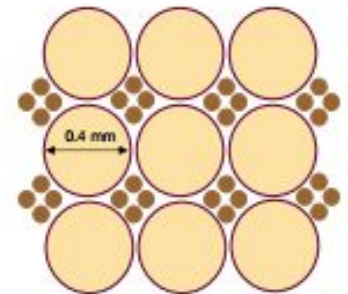


NORMAL CONCRETE



shear + no place for fibers!

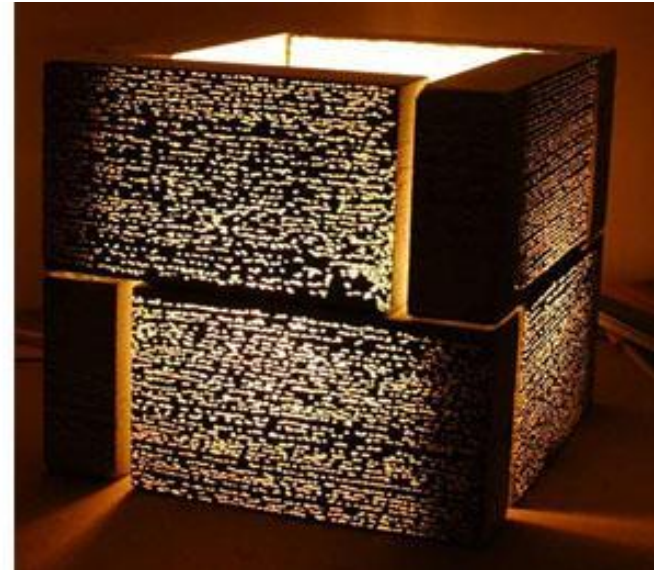
UHPC



Modified compact grading

Прозрачный бетон

Краеугольным камнем современной архитектуры смело можно назвать бетон, ведь без него не обходится ни один серьезный проект. Однако эстетическая составляющая сооружений из него чаще всего проигрывала и могла быть частично компенсирована благодаря масштабности, замысловатости и сложности форм. Так было до тех пор, пока в 2001 году молодым венгерским архитектором не был изобретен прозрачный бетон, в мелкозернистую структуру которого включены стеклянные волоконно-оптические нити. Теперь представление о нем может существенно поменяться – Luceem (одно из названий новшества) приобретает признаки воздушной декоративности.





Характеристики и свойства

Светопроводящая конструкция представляет собой твердую и прочную субстанцию, пронизанную множеством тонких стеклянных волокон. Из-за технологической сложности исполнения цена прозрачного бетона довольно высока – около € 4000 за м² при толщине 200 мм, поэтому выпускается он исключительно на заказ в виде прямоугольных плит, размеры которых оговариваются с заказчиком.

Несмотря на некоторую внешнюю экстравагантность и кажущуюся невесомость, Lucet сохраняет конструкционные характеристики обычного бетона: прочность, водостойкость, шумо- и теплоизоляцию.

Более того, благодаря армирующему действию стекловолокна отдельные показатели существенно улучшаются:

- морозостойкость – F 50;
- влагопоглощение – до 6%;
- прочность на сжатие – M250 и на изгиб — $R_{tb} 30$.



При этом светопроводящие свойства люцема не зависят от его толщины. Сырье, используемое при производстве светопроводящего бетона, сертифицировано и перед поступлением на завод проходит экологическую экспертизу, это позволяет выпускать гарантированно чистые и безопасные изделия.

Технологическая сложность получения прозрачного бетона не позволяет получать его, подобно обычному, заливая в опалубку прямо на месте монтажа. Его выпускают на специализированных промышленных предприятиях, имеющих соответствующее оборудование.

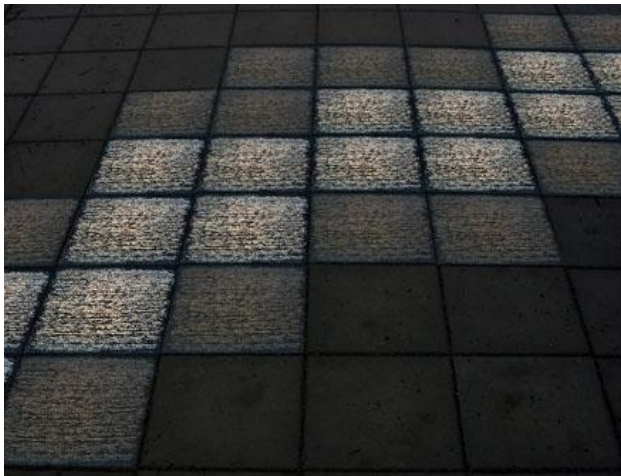
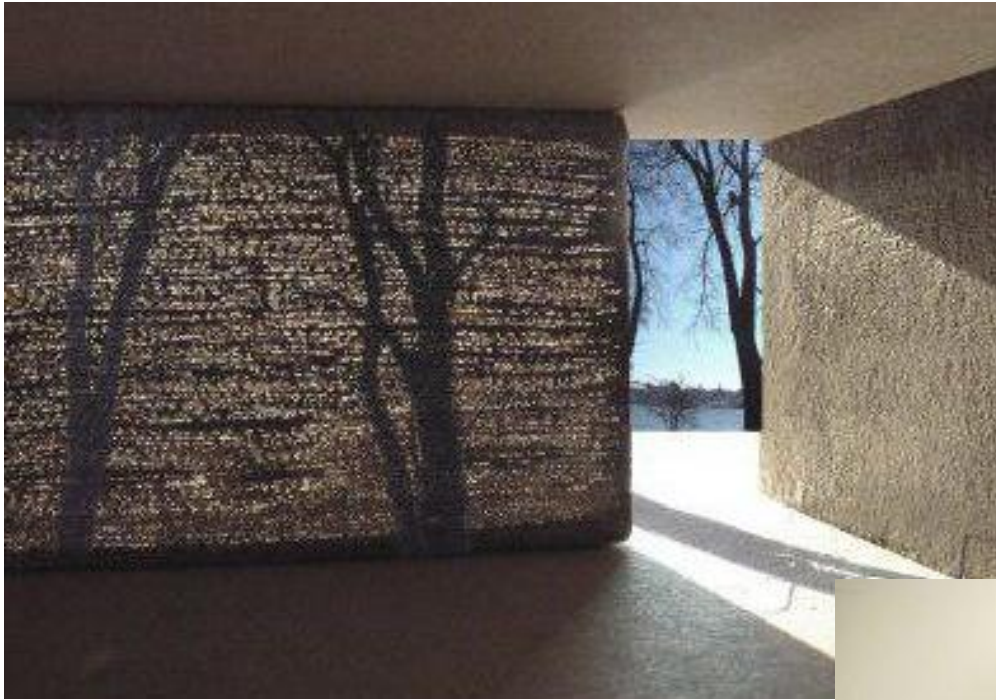
Технология производства бетона со стеклянными волоконно-оптическими нитями предполагает послойное наложение мелкозернистого раствора и стекловолокна. После схватывания и набора необходимой прочности поверхность каждого блока дополнительно обрабатывается для придания заданных параметров массы и достижения нужных светопроводящих характеристик.

Применение

Первым изделием из светопроводящего бетона стал причудливый светильник в виде куба, изготовленный в демонстрационных целях. Весил этот предмет домашнего интерьера более 10 кг. Поскольку он вызвал небывалый ажиотаж, его и поныне можно приобрести на выставках инноваций за 570 €.

В основном же прозрачный или светопроводящий бетон применяется в новейших архитектурных композициях в декоративных целях, для воплощения смелых дизайнерских решений в городском проектировании, создания оригинальных элементов интерьера. Фантазию конструкторов и художников пока что ограничивает лишь высокая стоимость, если будет найден способ обойти это препятствие, мир ожидает много удивительных новшеств.







Наиболее активные разработки в области модификации цементных бетонов и растворов полимерными композициями в настоящее время осуществляются в Японии, в частности в университете г. Корияма под руководством профессора И. Охама.

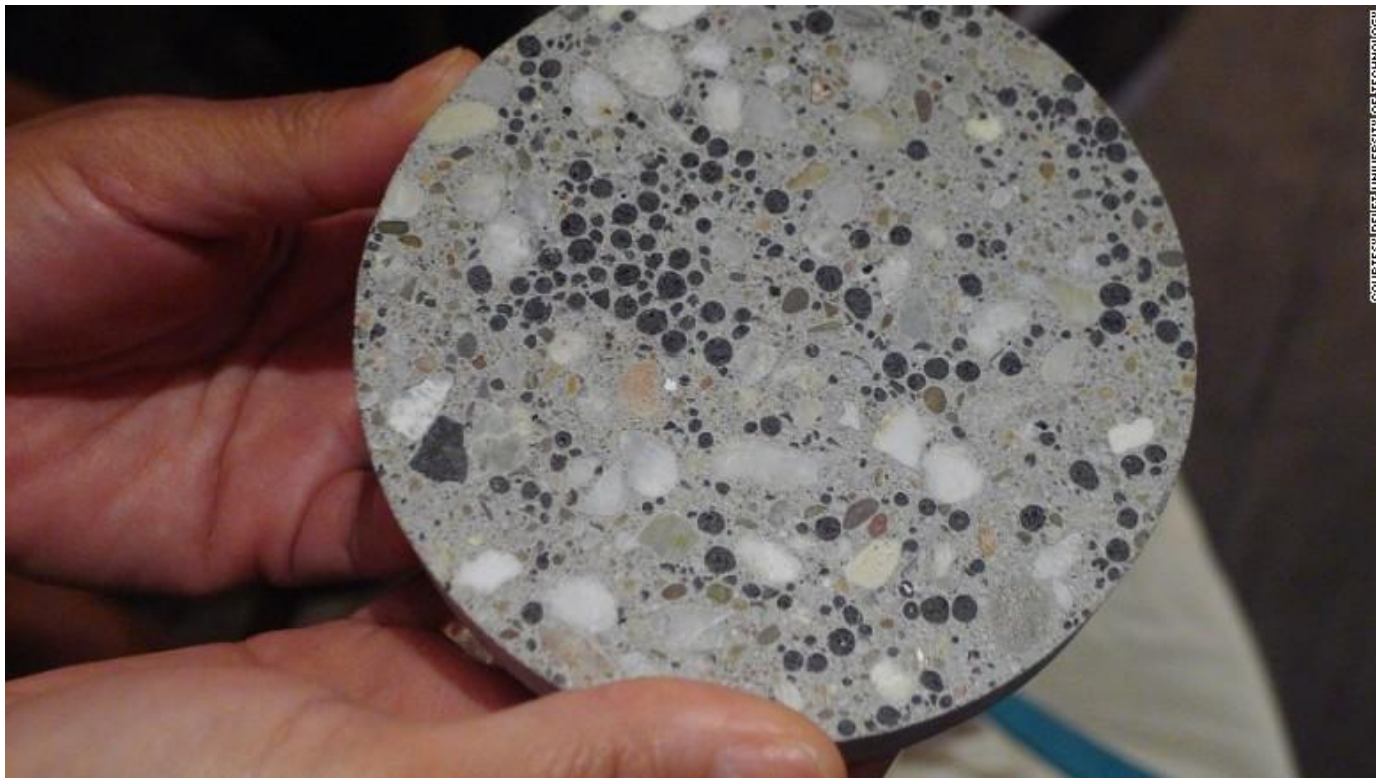
Среди новых разработок следует упомянуть применение дисперсий стирол-бутадиеновых латексов, эмульсий полиэтиленвинилацетатных и полиакриловых эфиров, полимерных порошков с восстанавливаемой дисперсией (полиэтиленвинилацетат) и других композиций.

К новинкам можно отнести модификацию растворов и бетонов стандартной эпоксидной смолой, причем модифицирующая композиция в этих случаях используется без отвердителя, что существенно снижает ее токсичность. Полимеризация смолы происходит в ходе гидратации цемента, а в случае ее ускорения за счет прогрева наблюдается заметный рост прочности бетона.



Хенк Джонкерс (Henk Jonkers) из нидерландского Делфтского технического университета создал биобетон - продукт, который может восстановить свои трещины и разломы. Джонкерс говорит, что изначально начал работу над биобетоном, когда он работал с технологом, который искал возможность улучшить безопасность бетона с помощью биологического решения. Этот производственный момент оказался правильно и в нужное время заданным вопросом. Бетон с возрастом твердеет, но в нем также появляются трещины.

«Причина такой проблемы, как трещины в бетоне, это протечки», говорит Джонкерс. «Если в бетоне есть трещины, вода попадает в них и оказывается в вашем подвале или в гараже. Во-вторых, если эта вода просочится к стальной арматуре - в бетонной конструкции всегда есть стальные арматурные стержни - и если они подвержены коррозии, структура разрушается».





«Этот материал очень сухой, как камень или скала», говорит микробиолог. Для решения проблемы с сухостью, команда использовала палочковидную бактерию по причине ее выносливости и долголетия. Бактерии и их источник питания - лактат кальция - упакованы в крошечные капсулы, которые растворяются, когда вода попадает в трещины бетона. После освобождения, бактерии потребляют лактат кальция, в результате чего происходит химическая реакция, которая создает известняк, который затем заполняет пробелы.

Спасательная станция на озере в Нидерландах был использована в качестве места для первого применения биобетона. Тест на прототипе оказался положительным.

Биобетон готовится и смешивается как обычный бетон, но с дополнительным ингредиентом – «исцеляющим агентом». Он остается неизменным во время смешивания, но растворяется и становятся активными, если вода попадает в трещины в бетоне.









Для того, чтобы производить известняк, бактериям нужен источник питания. Сначала рассматривали такой вариант как сахар, но с добавлением сахара в смесь получается мягкий, слабый, бетон. В конце концов, Джонкерс выбрал лактат кальция, поместив бактерии и лактат кальция в капсулы, изготовленные из биоразлагаемого пластика, и добавив капсулы во влажную бетонную смесь.

Когда трещины, в конечном итоге, начинают образовываться в бетоне, в них попадает вода и открывает капсулы. Затем бактерии прорастают, множатся и питаются лактатом кальция, и при этом они соединяют вместе кальций с карбонат-ионами, образуя кальцит или известняк, который закрывает трещины.

Лактат кальция — кальциевая соль молочной кислоты (кальций молочнокислый). Используется в пищевой промышленности в качестве пищевой добавки **E327** как регулятор кислотности, влагоудерживающий агент, эмульгирующая соль, синергист антиоксидантов.





Спасибо за внимание!