ПРИМЕНЕНИЕ НАНОМАТЕРИАЛОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Перспективы использования наномолекулярных материалов в строительстве

-создание фундамента с саморегуляцией усадки грунта;

-разработка конструктивных элементов, реагирующих на повреждения или деформацию;

-применение солнечных батарей в качестве ограждающих конструкций;

-изобретение покрытий, восприимчивых к психическому и физическому состоянию людей;

-создание функциональных покрытий;

-увеличение показателей прочности и надёжности зданий.

Доля наноматериалов и нанотехнологий менее 1% в общем объеме материалов строительного сектора. В основном используются конструкционные композиты, имеющих полимерную, металлическую или керамическую матрицу.

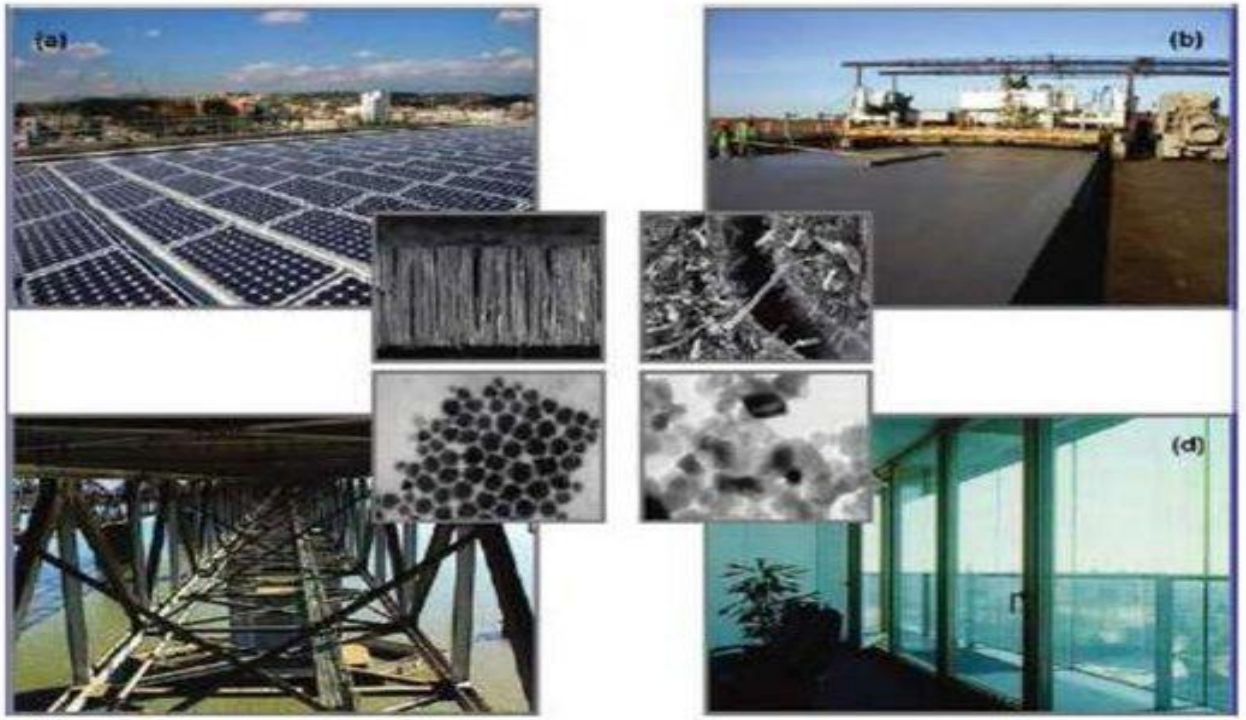


Рисунок 1 Примеры использования наноматериалов в строительстве:

a – солнечные батареи на крыше (вставка – Si/TiO2 нанопроволока);

b – бетонное дорожное покрытие (вставка – углеродные нановолокна);

c – стальной мост (вставка – наночастицы Cu);

d – окна здания (вставка – наночастицы TiO2) [3].

3. J. Lee et. Al. ACS Nano 4, 3580 (2010).

Примеры использования наноматериалов в строительстве

Наноматериалы	Архитектурные/ строительные материалы	Ожидаемая польза
Углеродные нанотрубки	Бетон	Механическая прочность, предотвращение трещин
	Керамика	Улучшение механических и тепловых свойств
	Сенсоры/актюаторы	Мониторинг структуры в реальном времени
	Солнечные батареи	Повышение эффективности
Наночастицы SiO_2	Бетон	Механическая прочность
	Керамика	Хладагент, пропускание света, стойкость к огню
	Окна	Огнезащита, противоотражение
Наночастицы TiO_2	Цемент	Быстрая и более полная гидратация, самоочистка
	Окна	Супергидрофильность, самоочистка
	Солнечные батареи	Повышение эффективности
Наночастицы Fe_2O_3	Бетон	Повышение прочности на сжатие, стойкость к абразивному износу
Наночастицы Cu	Сталь	Свариваемость, стойкость к коррозии, формуемость
Наночастицы Ag	Покрытия/краски	Биоцидная активность

Нанобетон

- Прямой результат наномодифицирования бетона в части прочностных и эксплуатационных характеристик, выражается в следующем:
- повышенная до 150% прочность на сжатие и растяжение при изгибе (от 300 до 600 МПа);
- повышенная не менее чем на 200% трещиностойкость;
- повышенная не менее чем на 50% морозостойкость (может возрасти до 3000 циклов).
- долговечность в морской воде до 100 лет
- Конструкционный результат:
- существенное (до 6 раз) снижение веса ограждающих конструкций с одновременным повышением их эксплуатационных качеств;
- существенное уменьшение сечения несущих конструкций.
- Существенное уменьшение и как главная цель: полный отказ от металлического армирования.
- Экономический результат: снижение в 2-3 раза себестоимости монолитного строительства.

Общий признак: **нанобетон** обладает преимуществами благодаря своей особой структуре, задаваемой на наноуровне.

Нанобетонами могут являться и быть названы бетоны совершенно различных классов и марок. При этом разработка рецептур и технологий, использующих этот подход, несмотря на огромное количество работ, находится в настоящее время в начальной стадии.

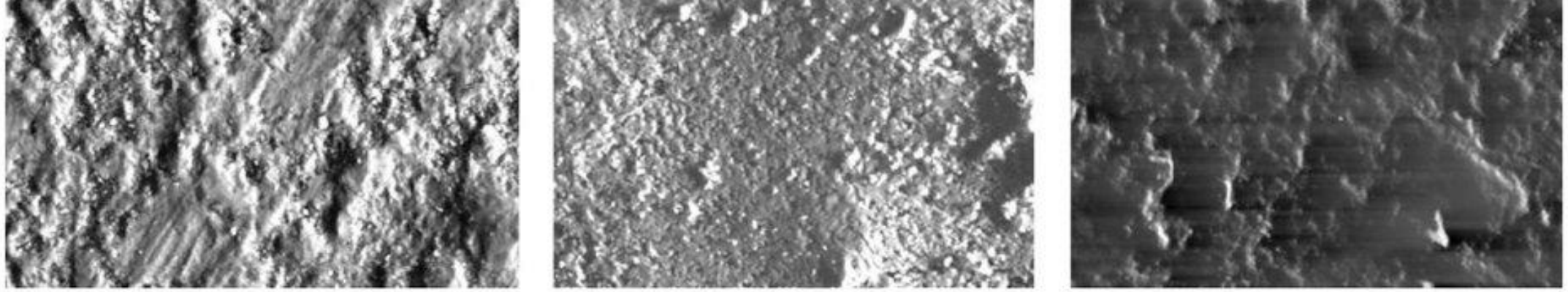
Термин **«нанобетон»** в последние годы прочно вошел в строительный лексикон для обозначения бетона, при производстве которого используются наноматериалы и нанотехнологии.

Сам бетон при этом в **нанобетон** не превращается. Структурные изменения происходят благодаря действию наномодификаторов. Но они затрагивают не только наноуровень, но и субмикроскопический, и микроскопический. Частично даже макроструктуру. Бетон становится модифицированным. «Наномодифицированный бетон» более правильный термин.

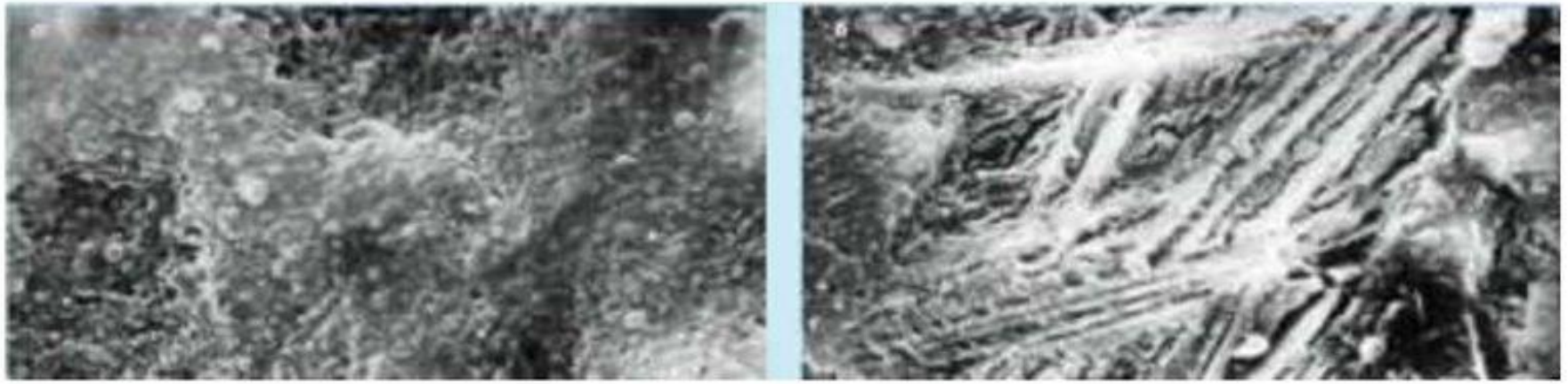
Может быть два пути: либо измельчение основных компонентов цемента и наполнителей, либо введение нанодобавок. Второй путь более перспективен и более реален.

Введение нанодобавок может идти по двум направлениям: **Микроармирование и динамическое дисперсное самоармирование цементного камня или Управление подвижностью бетонных смесей.**

Главное преимущество использования таких добавок — создание высококачественного бетона даже при низком качестве цемента.



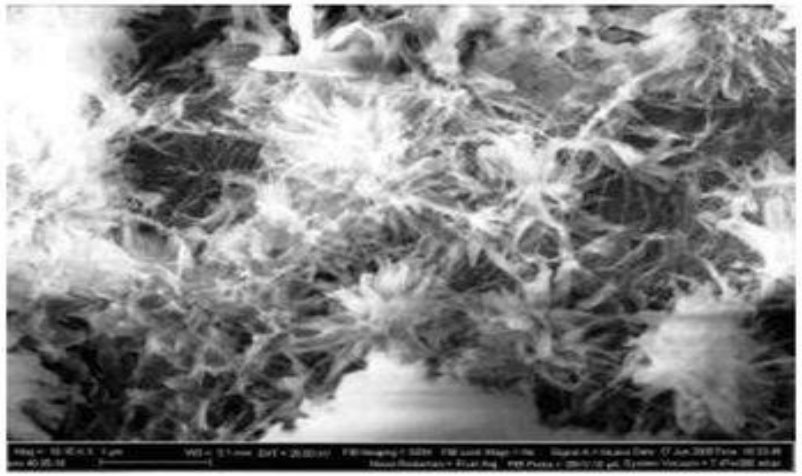
Микрофотографии поверхности скола цементного камня:
а – цемента (х500); б – цемента с частицами нанокремнезема 0,02% (х500);
в – цемента с частицами нанокремнезема 0,1% (х500)

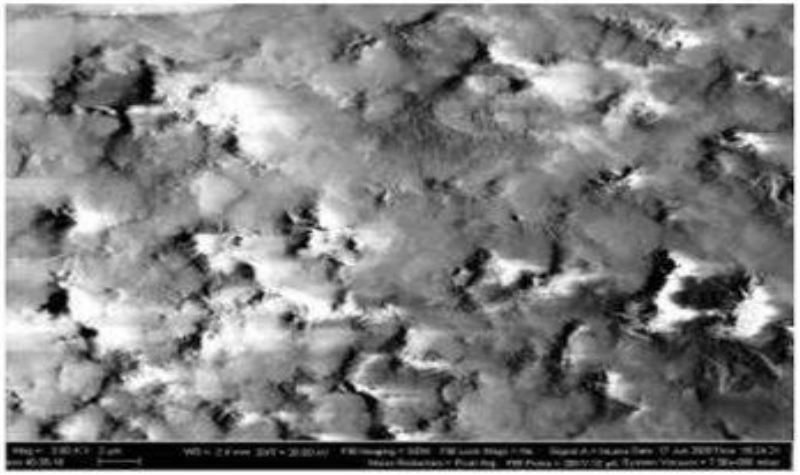


а **б**

Электронно-микроскопическое изображение цементного камня при увеличении 6000х:
а — обычный цементный камень; б — цементный камень после введения нанотрубки

Пример 2

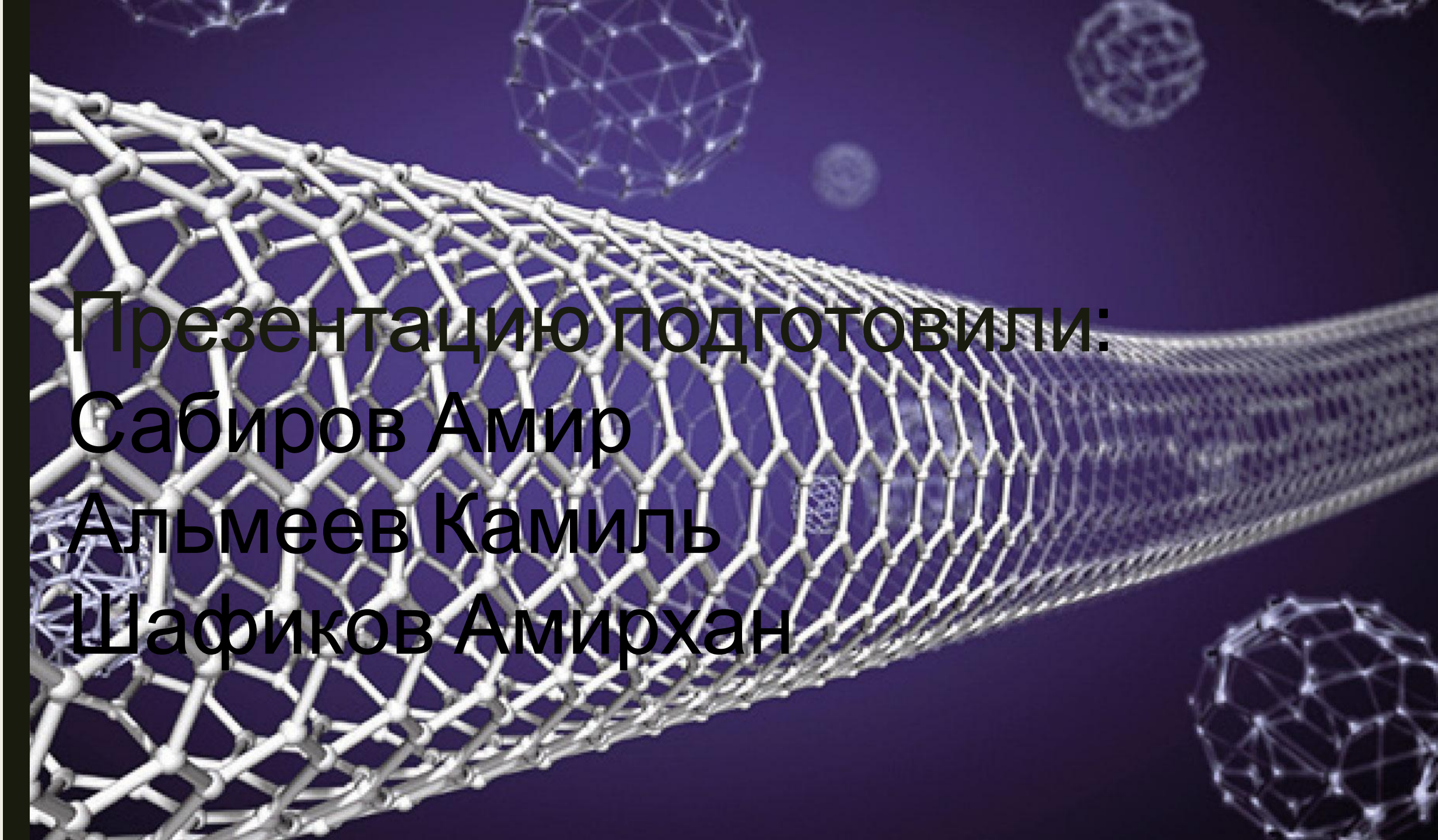




(а) **(б)**

Изображения структуры наномодифицированного **(а)** и немодифицированного **(б)** мелкозернистого бетона в сканирующем электронном микроскопе.

Образцы наномодифицированного бетона набирают прочность в ранние сроки (в среднем, на 30-40 %), и в проектном возрасте (при концентрации УНМ 6 10^{-4} % от массы цемента) их прочность на сжатие и изгиб на 25-30 % больше, чем у образцов немодифицированного бетона .



Презентацию подготовили:
Сабиров Амир
Альмеев Камиль
Шафиков Амирхан