

Учёные создали огнеупорный бетон повышенной прочности с помощью нановолокон оксида алюминия

Исследователи Сибирского федерального университета и Института физики им. Л.В. Киренского СО РАН изучили влияние нановолокон глинозёма на физико-механические характеристики огнеупорного бетона, который используется для производства тиглей, лотков и другого оборудования металлургических заводов. Доказано, что использование нановолокон на 50 % увеличивает прочность модифицированного бетона на изгиб, в то время как его прочность на сжатие возрастает на 30 %. Улучшение



физико-механических характеристик бетона увеличивает его термическое сопротивление на 54-72 % и делает изделия из него более износостойкими и долговечными, а значит и более экологичными.

Огнеупорные материалы широко используются в металлургии для производства изделий, испытывающих периодические нагрузки. Важным показателем, от которого напрямую зависит срок службы такого изделия, является термостойкость. Она, в свою очередь, определяется общей прочностью материала и динамикой распространения в нём трещин. Чтобы повысить термостойкость, например, бетона, нужно замедлить распространение трещин при возникающих нагрузках.



«Мы полагаем, что наличие волокнистых компонентов в структуре огнеупорного бетона делает его более прочным и устойчивым к значительному прогибу, а также существенно замедляет появление трещин, возникающих при нагрузке на материал. Наилучшим образом для армирования таких бетонов, используемых для создания металлургического оборудования, подходят наноразмерные добавки.

Однако не стоит забывать — рабочая температура огнеупорных изделий очень высока, использовать классические армирующие волокнистые компоненты вроде углеродного волокна мы не можем — оно разрушится в процессе эксплуатации. Это значит, что нужны особые химически устойчивые нановолокна. На наш взгляд, для огнеупорных бетонов идеально подходят наноразмерные волокна на основе оксида алюминия — они сохраняют стабильность при высоких температурах и значительно увеличивают пластичность бетона и его устойчивость к прогибу и трещинам», — рассказал доцент кафедры композиционных материалов и физикохимии металлургических процессов СФУ **Михаил Симунин**.

В качестве огнеупорного бетона красноярские учёные выбрали материал на основе плавленого кварца, который широко используется для изготовления лотков и каналов для транспортировки расплавленного алюминия. Синтез материала проводили в лабораторных условиях по классической технологии — методом вибрационного формования, отжиг проходил в условиях, соответствующих промышленному производству при температуре 700 °С. Прочность на сжатие и изгиб, пористость и плотность усовершенствованного бетона учёные проверяли в соответствии с действующими ГОСТами.

Для получения одиночных нановолокон оксида алюминия исследователи использовали особую технологию: макроскопический пучок нановолокон растворяли в этаноле, способствуя их тонкому

измельчению, а затем в получившуюся эмульсию погружали медную сетку с углеродным покрытием, чтобы перенести нановолокна в бетон.

«На микроуровне бетон представляет собой состав, включающий в себя крупные и мелкие частицы. Добавление нановолокон оксида алюминия вначале приводит к небольшому разрыхлению этого состава. Затем в бетоне формируется иерархическая структура, как только нановолокна хорошо распределяются внутри материала. Мы выяснили, что при концентрации нановолокон до 0,5 % бетон упрочняется, и его плотность увеличивается, поскольку при низких концентрациях нановолокна оксида алюминия способствуют скольжению зерен друг относительно друга, что позволяет останавливать образование трещин в процессе эксплуатации футеровочных огнеупорных материалов», — продолжил Михаил Симунин.

Учёный отметил, что при стандартном приготовлении огнеупорного бетона из плавленного кварца нановолокна глинозема распределяются равномерно по всему объему. Добавление волокна от 0,1 до 0,5 % от общей массы приводит к увеличению плотности материала, его прочности на сжатие и изгиб. Максимальной прочности на сжатие можно добиться при концентрации нановолокна 0,5 %, а максимальная прочность на изгиб и сжатие достигается при концентрации 0,25%. В целом же использование нановолокна глинозёма в концентрации 0,25 % при быстром охлаждении материала увеличивает термостойкость огнеупорного бетона на 62 %, при медленном — на 72 %, а при равномерном — на 54 %.

[Пресс-служба СФУ](#), 7 июня 2021 г.

© Сибирский федеральный университет. Редакция сайта: +7 (391) 246-98-60, info@sfu-kras.ru.

Адрес страницы: <https://news.sfu-kras.ru/node/24897>