

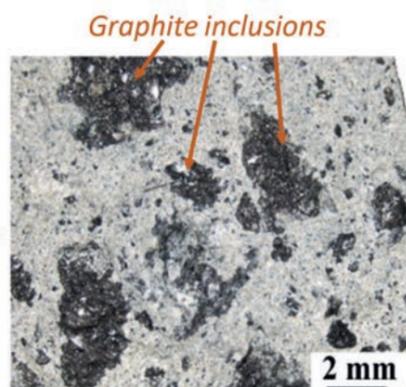
Neutron tomography for development of novel cement materials

At present, new methods of synthesis and chemical compositions of cement materials are being actively developed in order to improve their anticorrosive and mechanical properties. Stringent requirements for technical parameters, durability and service life of cement materials that are used as components for storage of radioactive waste and in civil engineering lead to the necessity of detailed structural tests of new cement materials or existing products. The neutron tomography method is successfully used to identify and analyze the structural

features of cement materials, such as the presence and geometry of internal cracks and cavities, porosity, local structural inhomogeneities, spatial distribution of phase components. Nondestructive structural studies of a wide range of cement compositions for the construction of radioactive waste storage repositories and civil buildings are performed using the neutron radiography and tomography facility at the IBR-2 high-flux pulsed reactor of the Frank Laboratory of Neutron Physics at the Joint Institute for Nuclear Research.

Fig. 1
Slice of a cement sample with graphite inclusions.

Рис. 1
Срез цементного образца с графитовыми включениями.



Нейтронная томография в разработке новых цементных материалов

В настоящее время активно разрабатываются новые методы синтеза и химические составы цементных материалов с целью улучшения их антикоррозионных и механических свойств. Жёсткие требования к технологическим параметрам, долговечности и сроку службы цементных материалов, используемых в качестве компонентов для хранения радиоактивных отходов и в гражданском строительстве, приводят к необходимости проведения детальной структурной диагностики новых составов или уже готовых цементных изделий. Для идентификации и анализа структурных особенностей цементных материалов: наличия и геометрии внутренних трещин и полостей, пористости, локальных струк-

турных неоднородностей, пространственного распределения фазовых компонентов, — успешно привлекается метод нейтронной томографии. Неразрушающие структурные исследования широкого круга новых составов цементных материалов для строительства хранилищ радиоактивных отходов и гражданских объектов проводятся на станции нейтронной радиографии и томографии на импульсном высокопоточном реакторе ИБР-2 в Лаборатории нейтронной физики им. И. М. Франка в Объединенном институте ядерных исследований.

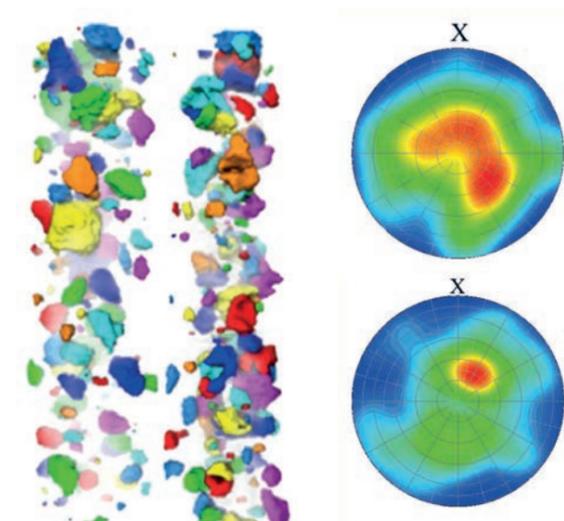
Нейтронные исследования позволили получить данные о внутренней структуре и геометрии трещин и фазовых компонентов в объеме мо-

Neutron studies provide data on the internal structure of objects: spatial distribution and geometry of cracks and phase components in the volume of model cement materials for storing aluminum [1] and graphite radioactive waste (Fig. 1), cavities and cracks in magnesium-potassium phosphate cements [2]. New approaches to the analysis of 3D neutron tomography data for microstructural non-destructive testing of cement materials have been developed and applied [2]; structural aspects affecting the mechanical properties of cement materials have been identified. Using the obtained structural data, it is possible to calculate the mechanical properties of composite cement matrices and determine the strength limits of these materials [3].

The obtained results are of great importance for the development of new and improvement of existing technologies for the synthesis of promising cement materials for the construction of radioactive waste storage repositories and civil facilities, as well as for predicting the influence of external conditions (climate humidity, atmospheric precipitation, etc.) on the mechanical and physical properties of these building materials. The research was carried out in cooperation with the colleagues from the Horia Hulubei National Institute for R&D in Physics and Nuclear Engineering (Romania) and the Nuclear Research Center of the Egyptian Atomic Energy Authority (Arab Republic of Egypt).

Fig. 2
The spatial arrangement of graphite inclusions in cement materials reconstructed from neutron tomography data and their calculated preferential orientation.

Рис. 2
Восстановленное из данных нейтронной томографии пространственное расположение и рассчитанная преимущественная ориентация графитовых включений в цементных материалах.



дельных цементных материалов для хранения алюминиевых [1] и графитовых радиоактивных отходов (Рис. 1), полостей и трещин в магний-кальциевых фосфатных цементах [2]. Разработаны и применены новые подходы анализа трехмерных данных нейтронной томографии для неразрушающего микроструктурного контроля цементных материалов [2], выявлены структурные аспекты, влияющие на механические свойства цементных матриц. По полученным структурным данным можно рассчитывать механические параметры композиционных цементных матриц, выявлять пределы прочности этих материалов [3].

Полученные результаты имеют важное значение для разработки новых и совершенство-

вания существующих технологий синтеза перспективных цементных материалов для строительства хранилищ радиоактивных отходов и гражданских объектов, прогнозирования влияния внешних условий: влажность климата, атмосферные осадки и др. на механические и физические свойства этих строительных материалов. Исследования проводились совместно с коллегами из Национального института исследований и разработок в области физики и ядерной техники им. Хория Хулубей (Румыния) и Центра ядерных исследований Управления по атомной энергии Египта (Арабская Республика Египет).