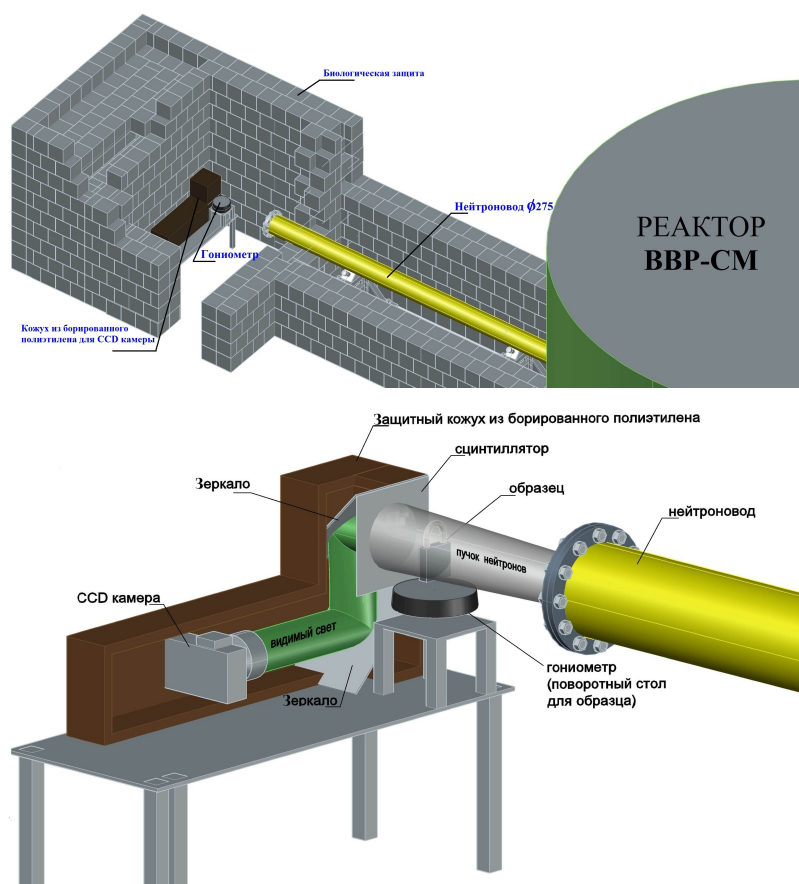


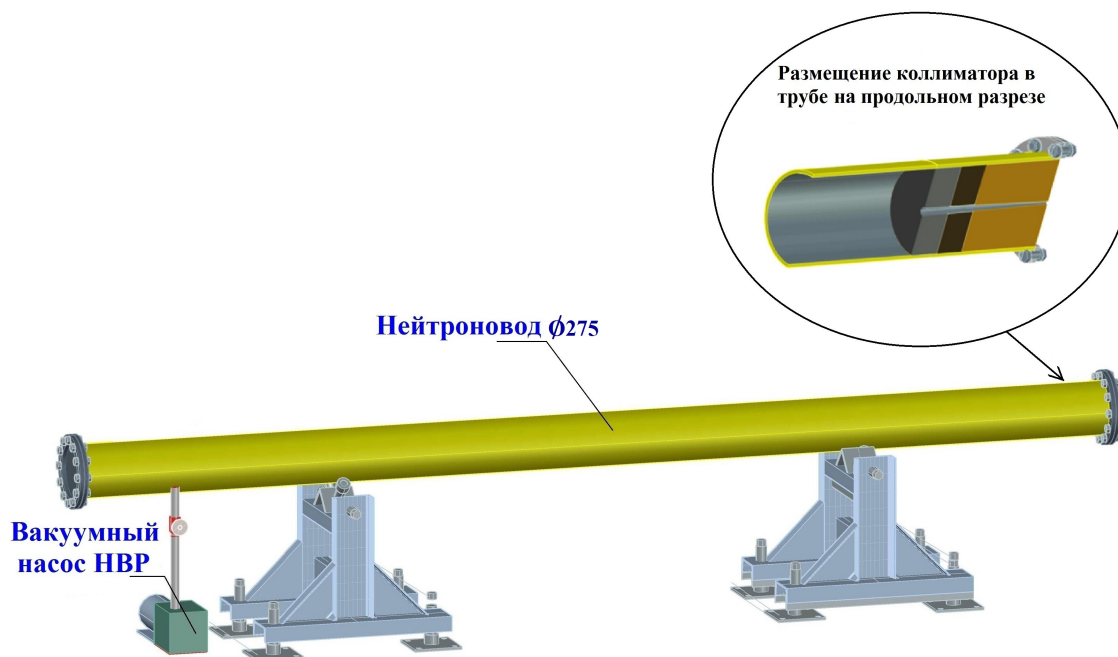
Нейтронная радиография и томография: новые возможности ядерного реактора ВВР-СМ

Неразрушающие методы исследования свойств и структур объектов широко используются во многих областях науки и техники. Один из наиболее распространенных методов, позволяющих изучать структуру объекта, основан на использовании рентгеновских лучей. Однако применение рентгеновских лучей ограничено из-за их низкой чувствительности к веществам, содержащим легкие элементы. Коэффициент ослабления рентгеновских лучей увеличивается с порядковым номером атома, с их помощью невозможно различать изотопы атома, глубина проникновения небольшая, поэтому невозможно получить полную информацию о внутреннем строении объектов, образцов.

В связи с этим, для изучения внутреннего строения объектов неразрушающим методом, целесообразно использовать излучение, поглощение которого не зависит от порядкового номера элементов, имеющее высокую проникающую способность, чувствительное к легким ядрам и изотопам атомов. Учитывая особенности взаимодействия нейтронов с ядром атома, была разработана установка нейтронной радиографии и томографии, изготовлена и введена в эксплуатацию на горизонтальном канале ядерного реактора Института ядерной физики Академии наук, которая позволяет исследовать внутреннюю структуру-строение объектов различной толщины.



Вид установки нейтронной радиографии и томографии



Система нейтронотода

Тепловые, эпитепловые нейтроны используются в нейтронной радиографии и томографии для изучения внутренней структуры различных объектов, образцов и изделий без повреждения и сохранения их целостности.

По сравнению с рентгеновскими лучами, которые обладают электромагнитными свойствами, нейтронные лучи проникают вглубь исследуемого объекта, что позволяет с их помощью изучать крупные объекты в науке и технике.

Научно-техническая новизна введенной в эксплуатацию установки нейтронной радиографии и томографии заключается в том, что для изучения с высокой точностью внутренней структуры различных объектов и определения в них дефектов при сохранении их целостности, выбран оптимальный поток нейтронов ~ 107 нейтр./см²с и разрешение ~ 150 мкм ($L/d \sim 500$), при этом управляемый гониометр вращает образец на 180 градусов.

В качестве сцинтилляционного детектора для преобразования нейтронов, проходящих через "образец" в видимый свет, использовался экран 6LiF/Zn(Cd)S:Ag . Свет, излучаемый сцинтиллятором с помощью зеркал размерами $200 \times 280 \times 3$ мм, обладающих высокой отражающей способностью, направляется в CCD камеру типа ProLine PL09000.

Метод нейтронной радиографии основан на регистрации и обработке разной степени ослабления интенсивности потока нейтронов при прохождении исследуемой внутренней структуры материала, состоящей из элементов с различными сечениями рассеяния нейтронов, различной плотности и толщины.



Фотография



Радиография

Изображение внутренней структуры замка, полученное на установке нейтронной радиографии



Фотография



Радиография корня кукурузы

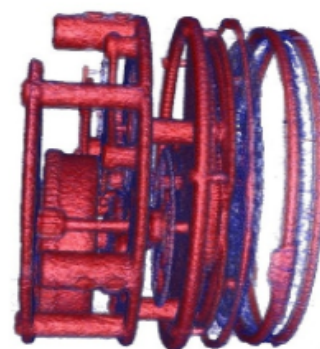
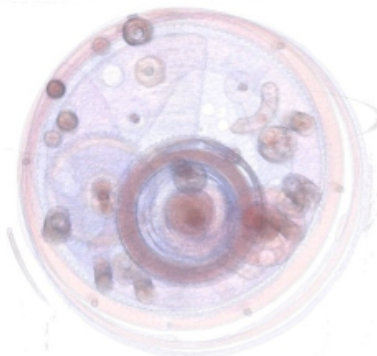
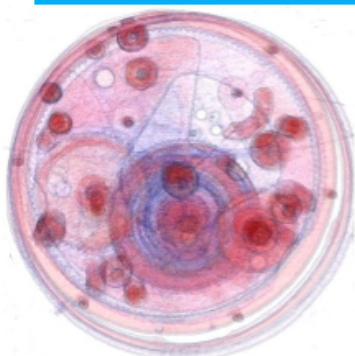
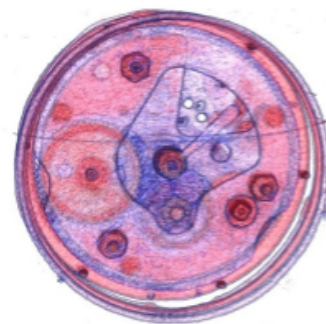
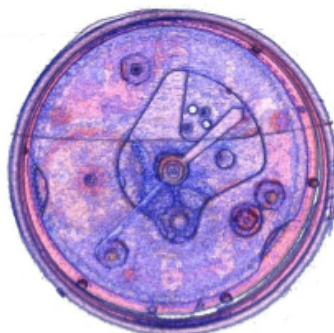
Изображение корня кукурузы в контейнере, полученное на установке нейтронной радиографии

Метод нейтронной томографии заключается в получении трехмерного изображения внутренней структуры образца путем вращения его вокруг вертикальной оси с определенной угловой скоростью, получении отдельных изображений, снятых под разными углами относительно направления потока нейтронов, и реконструкции этих изображений. С помощью программного обеспечения создается трехмерная модель внутренней структуры предмета (материалов, деталей, растений, исторических находок, механизмов и т.д.).

Важной характеристикой установки нейтронной томографии является ее разрешение, которое, в основном, зависит от входного “диаметра” потока нейтронов и расстояния от входного коллиматора нейтронновода до исследуемого объекта.



Фотография



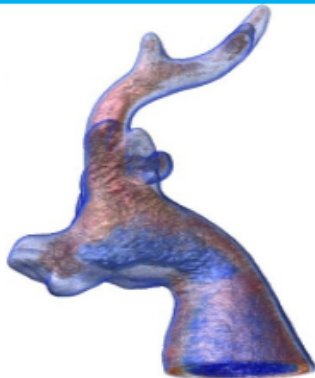
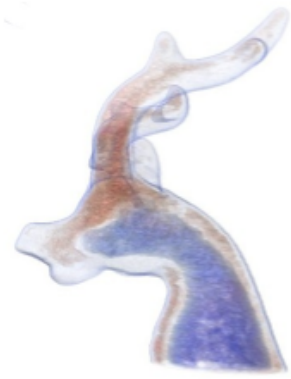
Томография

Изображение внутреннего строения часов, полученное на установке нейтронной томографии

Нейтронная томография является одним из ведущих методов изучения внутренней структуры объекта для исследований в области палеонтологии, геологии, археологии, материаловедения, минералогии, геофизики и других областях.



Фотография



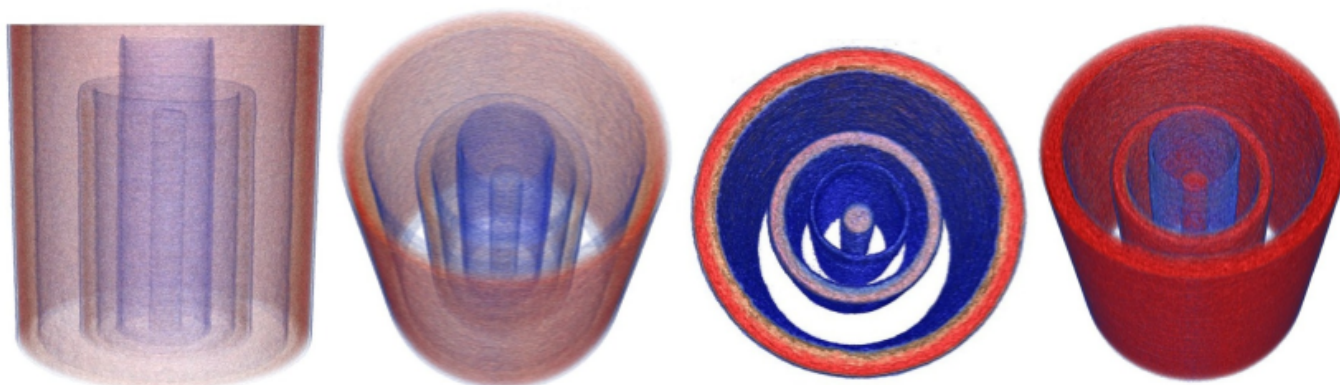
Томография

Изображение внутренней структуры древней находки, полученное на установке нейтронной томографии

Она также является уникальным инструментом для изучения внутренней структуры толстых металлсодержащих изделий и динамики их изменения.



Фотография



Томография

Изображения различных металлических изделий, полученные на установке нейтронной томографии

Установка нейтронной радиографии и томографии предоставляет широкий спектр возможностей для изучения внутренней структуры археологических, палеонтологических, промышленных изделий, геологических, минералогических, геофизических и биологических объектов.

Установка нейтронной радиографии и томографии Института ядерной физики Академии наук Узбекистана является одной из передовых в СНГ по своим характеристикам, что позволяет на ее основе организовывать новые научные исследования в различных областях науки (физики, химии, биологии, материаловедении, палеонтологии, геологии и др.).