

Исследование фотоядерных реакций на естественном железе для развития фотоактивационного подхода к характеристике облученных конструкционных материалов реакторов.

Wednesday 2 July 2025 11:30 (20 minutes)

В процессе эксплуатации АЭС происходит активация конструкционных материалов активной зоны реактора под воздействием потока нейтронов. В реакциях нейтронного захвата происходит образование долгоживущих радионуклидов, распадающихся без испускания гамма-излучения, требующих учёта и паспортизации на этапе вывода АЭС из эксплуатации. Нами разрабатывается фотоактивационный подход к определению активности подобных радионуклидов по активности ^{60}Co [1,2]. В металлических конструкционных материалах наиболее распространенным химическим элементом является железо, поэтому для минимизации возможных методических ошибок разрабатываемого подхода, связанных с оценкой средневзвешенных по потоку тормозного излучения выходов используемых фотоядерных реакций, нами предлагается проводить относительные измерения выходов активности продуктов фотоядерных реакций по отношению к ^{54}Mn , который одновременно вместе с целевыми радионуклидами активируется в реакции $^{nat}\text{Fe}(\gamma, pn)^{54}\text{Mn}$ при облучении исследуемых образцов металлических конструкционных материалов.

Кроме того, за время эксплуатации реактора в результате реакции $^{54}\text{Fe}(n, \gamma)^{55}\text{Fe}$, образуется ^{55}Fe с периодом полураспада 2.7 года, который распадается посредством электронного захвата, что не позволяет использовать гамма-спектрометрические методы для его определения. Железо является основным компонентом стали типа A508 (содержание 95-97%), которая используется для изготовления корпусов реакторов. Расход стали достигает сотен тонн на реактор. Так, например, оценка активности ^{55}Fe достигает значения 3.01×10^{15} Бк для реактора TRINO PWR через 5 лет после остановки при 23-летнем периоде эксплуатации [3]. Применение радиохимических методов для характеристики таких объемов материалов реакторов является трудоёмким и дорогостоящим. Поэтому исследование средневзвешенных выходов фотоядерных реакций на натуральном железе является актуальной задачей для развития предлагаемого фотоактивационного подхода к характеристике РАО АЭС.

Нами проведены исследования средневзвешенных по потоку тормозного излучения выходов фотоядерных реакций при граничной энергии тормозного излучения 20 и 40 МэВ. Полученные результаты обсуждаются.

Список литературы

1. M.V. Zheltonozhskaya, Y.O. Balaba, D.A. Iyusyuk, N.V. Kuzmenkova, A.P. Chernyaev/Determination of the Activity of Long-Lived ^{41}Ca in Reactor Biological Shielding Materials by Photoactivation Method//Physics of Atomic Nuclei. —2024. —Vol. 87, no 3, p. 344-351. DOI: 10.1134/S1063778824600118
2. М.В. Желтоножская, А.П. Черняев, Д.А. Юсюк, Ю.О. Балаба/Фотоактивационный подход к определению долгоживущих изотопов никеля в конструкционных материалах АЭС//Приборы и техника эксперимента. —2023. —Номер 2, стр. 101-109. DOI: 10.31857/S0032816223010317
3. TECHNICAL REPORTS SERIES No. 389, Radiological characterization of shut down nuclear reactors for decommissioning purposes. —Vienna : International Atomic Energy Agency, (1998).

Primary author: ЮСЮК, Денис (Физический факультет, МГУ имени М.В. Ломоносова)

Co-authors: ЧЕРНЯЕВ, Александр (Физический факультет, МГУ имени М.В. Ломоносова); ЖЕЛТОНОЖСКАЯ, Марина (Физический факультет, МГУ имени М.В. Ломоносова)

Presenter: ЮСЮК, Денис (Физический факультет, МГУ имени М.В. Ломоносова)

Session Classification: 3. Modern methods and technologies of nuclear physics

Track Classification: Section 3. Modern methods and technologies of nuclear physics.