

Рябухин О. В., Фадеева А. С.

**РАДИАЦИОННАЯ ОБРАБОТКА ИЗДЕЛИЙ КУЛЬТУРНОГО
НАСЛЕДИЯ**

Олег Владимирович Рябухин

Кандидат физико-математических наук, доцент

ryaboukhin@mail.ru

Фадеева Анастасия Сергеевна

ФГАОУ ВО Уральский Федеральный Университет

RADIATION PROCESSING OF CULTURE HERITAGE ARTIFACTS

Oleg Riabukhin

Fadeeva Anastasiya

Ural Federal University

Аннотация. В работе представлен краткий обзор технологии сохранения объектов культурного наследия с использованием радиационной обработки на основе гамма и электронного излучений.

Abstract. A short scope for technology of culture heritage artifacts processing with using of gamma and electron irradiation is presented in this work.

Ключевые слова: Объекты культурного наследия, излучение, радиационные технологии.

Keywords: Culture heritage artifacts, radiation, radiation technologies.

Культурным наследием принято считать физические артефакты и нематериальные атрибуты групп или обществ, которые унаследованы от прошлых поколений и поддерживаются настоящим сообществом с целью сохранения для будущих поколений. Культурное наследие включает произведения искусства, артефакты в музейных коллекциях, книги, рукописи, рисунки, архивные документы, музыкальные инструменты, этнографические объекты, археологические находки, коллекции естествознания, исторические здания и исторические места,

памятники и объекты промышленного наследия. Хранение таких объектов происходит в специализированных учреждениях — музеях, архивах и т.д. с установленными режимами температуры, влажности, светового потока и других факторов. В силу интенсивного использования таких учреждений в целях культурного просвещения, туризма, исследований и другой деятельности к условиям хранения предметов искусства и другого культурного наследия предъявляются достаточно жесткие требования. Таким образом, изучение и разработка методик, позволяющих сохранить экспонаты культурного наследия в наилучшем состоянии для будущих поколений, является актуальной.

Использование различных научных подходов к сохранению объектов искусства и археологических материалов имеет давнюю традицию. Такие организации как ЮНЕСКО, Международный союз Музеев — Комитет по сохранению объектом культурного наследия, Международный центр по изучению вопросов сохранения и восстановления культурных ценностей, а также программа ООН по окружающей среде существенно способствовали использованию естественнонаучных приемов и поддерживали исследования в данном направлении [1].

Международное агентство по атомной энергии, являющееся организацией курирующей использование ядерной энергии в мирных целях, также участвует в поддержке разработки новых методик обработки, консервации и сохранения объектов культурного на основе ядерные методов с использованием ионизирующих излучений. Разработка и совершенствование таких методов привело к тому, что различные виды ядерно-физических анализов и способы обработки материалов в настоящее время стали важным инструментом как для экспертизы предметов культурного наследия, так и для их консервации и хранения.

Основные изделия культурного наследия, которые максимально подвержены влиянию различных неблагоприятных факторов это материалы из органических соединений, такие как бумага, дерево и текстиль, неорганические изделия (металл, камень, керамика, стекло), как правило, более устойчивы к атмосферным явлениям, но также могут со временем разрушаться при их длительном воз-

действии. Деградация, например, целлюлозосодержащих изделий вызвана эндогенными и экзогенными факторами. Эндогенные — это, например, подкисление в результате использования определенных видов сырья при производстве бумаги, а экзогенные — температура, влажность и загрязняющие воздух вещества. Изменение во влажности материала приводит к образованию плесневых грибов в субстрате, причем различные уровни влажности могут быть спусковым механизмом для образования различных видов плесени. Не будучи способной синтезировать органические компоненты из неорганических, плесень нуждается в углероде в качестве основного источника для роста, потребление которого идет из целлюлозы. Даже уменьшение уровня влажности до необходимого в окружающей среде не может дать полноценной защиты, т. к. некоторые виды плесени способны инактивироваться и храниться в таком виде длительной время, а при увеличении влажности снова начать активно развиваться. Аналогичное действие плесень может оказывать на другие органические объекты культурного наследия, которые изготовлены из дерева или текстиля. Плесень не только влияет на архивные и библиотечные материалы, но и существенно ухудшает гигиену труда при работе с такими материалами, возбуждая аллергические и токсические реакции у персонала.

Преобладание углерода в составе органических артефактов делает их сильно уязвимыми, поскольку они могут быть активно вовлечены в так называемый «биологический цикл» основными участниками которого являются растения, животные и микроорганизмы. Биологический цикл относится к производству органического вещества в течение жизни, а затем его распаду. Образованная органическая масса после смерти служит питательным веществом для возобновления и повторения цикла. Артефакты, которые сделаны из дерева, кожи, пергамента, бумаги и текстиля являются «участниками» такого биологического цикла и подвержены такой биологической деградации. И пока данные материалы являются предметами мебели, музыкальными инструментами или структурными элементами в здании, пергаментом, одеждой и т. д., вовлеченное в использование органическое вещество будет храниться в более благоприятных условиях,

чем в природе, и скорость деградации будет невелика. Однако, после того как период использования изделия закончится, агрессивное действие внешних факторов, в том числе и биологических объектов, существенно возрастает и на данном этапе деградация изделия существенно прогрессирует.

Деградация неорганических объектов культурного наследия обычно происходит при физическом или механическом действии, что может быть вызвано водными потоками, колебаниями температуры при нагреве или охлаждении, ветром или давлением. Все эти факторы приводят к разрушению формы (структуры) объекта, но не его химического состава, поэтому изоляция таких изделий от перечисленных факторов существенно увеличивает срок их хранения. Большинство металлов, керамика и стекло, а также некоторые минеральные пигменты являются стабильными материалами с точки зрения их постепенного разрушения. С другой стороны некоторые сплавы, такие как бронза, латунь и железо, менее стабильны и в присутствии воды, кислорода, серы и азота в воздухе или гуминовых кислот в почве эти металлы претерпевают химические изменения. Кроме этого, артефакты из неорганических материалов, безусловно, взаимодействуют и с живым миром. В природе существуют микроорганизмы, которые способны размножаться и создавать сложные колонии и организмы, начиная от бактерий и водорослей до лишайников и грибов вплоть до макрофлоры и даже животных. Такой биодеградации подвержены здания и памятники, расположенные на открытом воздухе, захороненные археологические артефакты и погруженные в воду предметы.

Таким образом, с момента размещения в музеях исторические артефакты становятся культурным наследием и задачей человечества становится сохранение их первоначального состояния и замедление деградации. Увеличение жизненного цикла артефактов не может обойтись без привлечения научных подходов и ядерные методы с использованием ионизирующего излучения явились существенным подспорьем для реализации задач консервации и сохранения объектов культурного наследия.

Биоцидный эффект при облучении впервые был открыт и изучен достаточно давно, практически сразу после открытия естественной радиоактивности, однако его использование в практических целях для стерилизации медицинских изделий используется лишь в течение последних десятилетий после детальных исследований воздействия излучений на материалы разного типа и биологические объекты. На сегодняшний день радиационная стерилизация — альтернатива химическим и термическим методам рекомендованная европейской Фармакопеей. Также радиационный метод используется и при обработке пищевой продукции для снижения обсемененности и уничтожения насекомых. Стоит отметить, что типичным условием использования гамма-излучения или ускоренных электронов является энергия, значение которой не должно превышать 10 МэВ. В этом случае в обрабатываемом материале не образуется радиоактивных элементов.

Имеющаяся совокупность знаний и опыта позволила предложить использование радиационного способа для обработки изделий культурного наследия. Поскольку основной задачей при консервации и хранении таких изделий является снижение концентрации микроорганизмов участвующих в переработке органических и неорганических соединений и ускоряющих процесс деградации, то ионизирующее излучение является отличным инструментом для решения вопроса, а накопленные знания, опыт и нормативная база процесса радиационной стерилизации позволила в короткие сроки реализовать данную методику на практике.

Сохранение культурного наследия с использованием радиационных методов имеет неоспоримые преимущества перед классическими процедурами. Первое это безвредность методики. Проведение обработки при соблюдении соответствующих норм радиационной безопасности и защиты гарантирует отсутствие радиоактивности в обработанном артефакте, ущерб окружающей среде, нет риска для персонала музеев и реставраторов. Второе — эффективность обработки, обусловленная проникающей способностью излучения и необходимостью контроля лишь одного параметра — поглощенной дозы, значение которой,

необходимое для уничтожения тех или иных микроорганизмов, стандартизовано. Для измерения поглощенной дозы также используются стандартизованные дозиметрические системы. И, наконец, третье преимущество — артефакты можно облучать, не удаляя их из упаковки или контейнера используемого для их перевозки. Причем распределение поглощенной дозы может быть точно рассчитано в разных точках крупных объектов, что позволяет облучать негабаритные объекты так же эффективно, как и небольшие. Таким образом, имеющиеся международные стандарты использования ионизирующего излучения для уничтожения микроорганизмов, отработанные методики радиационных воздействий, безопасное оборудование для облучения формируют такое качество данного вида обработки изделий культурного наследия как надежность, т.е. при соблюдении всех технологических условий облучения артефакт гарантированно будет очищен от нежелательных микроорганизмов, ускоряющих процесс деградации.

Очень важно, что в большинстве случаев, в силу небольших размеров артефактов, обработка изделий может проводиться на том же оборудовании, где производится радиационная стерилизация другой продукции, т. е. не требуется возведения дополнительных комплексов отдельно для обработки изделий культурного наследия. Однако в мире имеется ряд установок, которые целиком заточены под цели радиационной обработки именно объектов культурного наследия, например одна из наиболее известных расположена в Гренобле (Франция) [1]. Что касается международных стандартов в области использования ионизирующего излучения для конкретных типов артефактов, в настоящее время такие документы находятся в стадии разработки международным сообществом под эгидой МАГАТЭ и европейского комитета по стандартизации.

Основными типами оборудования для радиационной обработки являются гамма-установки на основе изотопа ^{60}Co и электронные ускорители. Оба типа реализуют облучение с энергиями излучений до 10 МэВ и являются основой комплексов радиационного оборудования (рис.1,2).

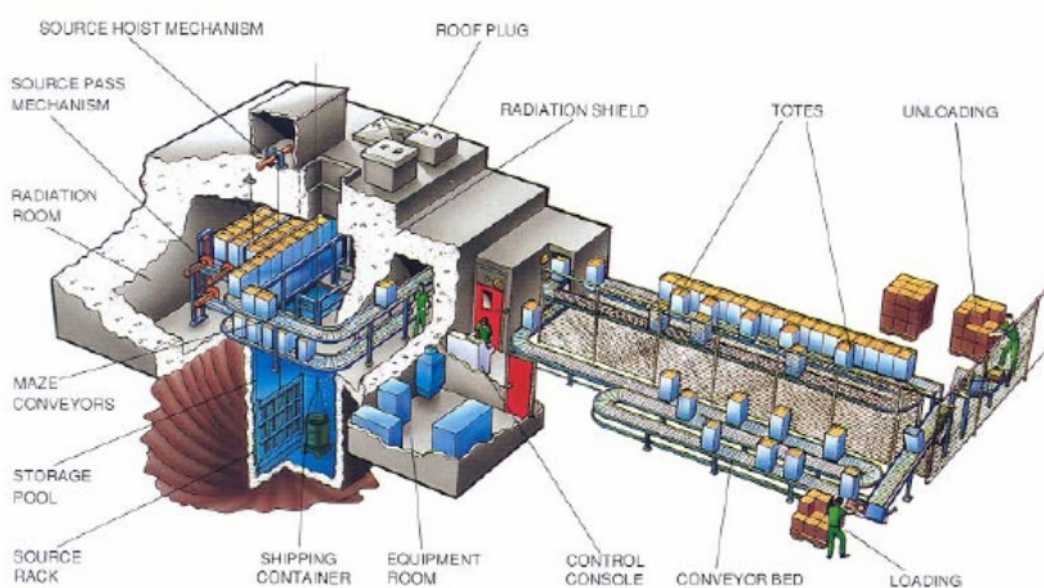


Рисунок 1 — Пример оборудования для радиационной обработки на основе гамма-источника Co-60 [2]

Гамма-излучение обладает большей проникающей способностью в отличие от электронов, однако последние, в свою очередь, более эффективно передают энергию облучаемым объектам и процесс обработки занимает меньше время. Гамма — излучение подходит для обработки крупногабаритных артефактов, тогда как электронное — для небольших по толщине.



Рисунок 2 — Пример оборудования для радиационной обработки на основе ускорителя электронов [1]

В Уральском федеральном университете функционирует Центр радиационной стерилизации на базе которого возможно проведение обработки изделий культурного наследия с использованием электронного и тормозного гамма-излучений. Наличие большого числа краеведческих, этнографических музеев, архивов, церквей и храмов, где хранится большое количество изделий культурного наследия, поможет сформировать интерес к методике радиационной обработки таких изделий для увеличения их срока жизни, а, следовательно, и сохранения возможности будущим поколениям познакомиться с историей своего края и своей страны на примере сохранившихся артефактов.

Список литературы

1. International Atomic Energy Agency. Uses of ionizing radiation for tangible cultural heritage conservation / Vienna: International Atomic Energy Agency. Series: IAEA radiation technology series. 1017. – № 6. – 241 p.
2. International Atomic Energy Agency. Trends in radiation sterilization of health care products. Vienna: International Atomic Energy Agency, 2008. – 261p.