



IAEA

International Atomic Energy Agency
Atoms for Peace and Development

Практический пример: Транспортировка

Учебно-методические материалы по радиационной защите персонала уранодобывающих и перерабатывающих предприятий

Описание процесса



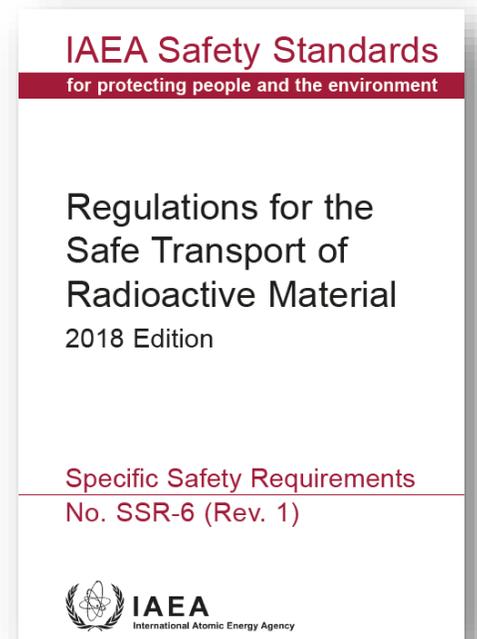
- Может потребоваться перевозка различных веществ из широкого спектра радиоактивных материалов, включая руды, рудные концентраты, промежуточные продукты, конечный продукт, отходы и загрязненные предметы по частным и государственным автомобильным дорогам, а также железнодорожным и морским транспортом.
- Примеры различных видов транспортировки:
 - Конечный продукт до заказчика
 - Руда и рудные концентраты от рудника до перерабатывающего завода
 - Промежуточные материалы до завода комплексной переработки (например, центральный завод ПСВ)
 - Загрязненный материал;
 - Лом на переработку или плавку (все виды металлолома)
 - Части агрегатов для восстановления/ремонта (например, клапаны, вентиляторы и т. д.)
 - Части агрегатов для использования на урановом или другом перерабатывающем заводе (например, более крупные части агрегатов, такие как резервуары из нержавеющей стали, клапаны и трубы).
 - Предметы для снятия загрязнения

Описание процесса

- Конечный продукт может быть в разных **химических формах** (U_3O_8 , UO_4 , UO_2 или диуранат аммония) или их комбинации в зависимости от техпроцесса.
- Это имеет важное значение, так как плотность упаковки может варьироваться (а следовательно, и мощность дозы гамма-излучения) и растворимость конечного продукта.
- Существует целый ряд вариантов транспортировки руд или жидкостей между добывающими и перерабатывающими предприятиями.
- Транспортировка может быть полностью локализована в пределах границ производства или может осуществляться по выделенным транспортным маршрутам или по дорогам общего пользования.
- Материал может транспортироваться железнодорожным, автомобильным транспортом, конвейерами или с использованием трубопроводов в зависимости от расстояния и физической формы вещества.

Описание процесса

- Урановый продукт обычно упаковывают в металлические бочки, а затем укладывают в транспортный контейнер для транспортировки.
- Наиболее часто используемая упаковка - это стальные бочки типа ПУ-1 (~200 л), которые крепятся внутри транспортных контейнеров.
- С точки зрения облучения персонала, требования по обеспечению радиационной защиты существенно не меняются в зависимости от типа упаковки.
- Требования к транспортировке всех видов радиоактивных материалов изложены в SSR-6 (ред. 1), 2018 год.



Проект и эксплуатация

- Начальный этап: обеспечение соответствия упаковок установленным требованиям по транспортировке (например, тип упаковки, отсутствие грязи и дефектов, маркировка, пломбировка и т.д.)
- Контейнеры могут храниться в течение ограниченного периода времени до их отгрузки в составе партии.
- Существует множество различных способов транспортировки с рудника на завод:
 - конвейер
 - роликовый транспортер
 - непокрытые грузовые автомобили, груженные низкообогащенным веществом в границах полностью огороженного производственного участка
 - специально разработанные транспортные контейнеры для высокообогащённой руды для транспортировки по дорогам общего пользования
- Жидкости/пульпа могут транспортироваться в специально сконструированных цистернах или непосредственно по трубопроводным сетям.

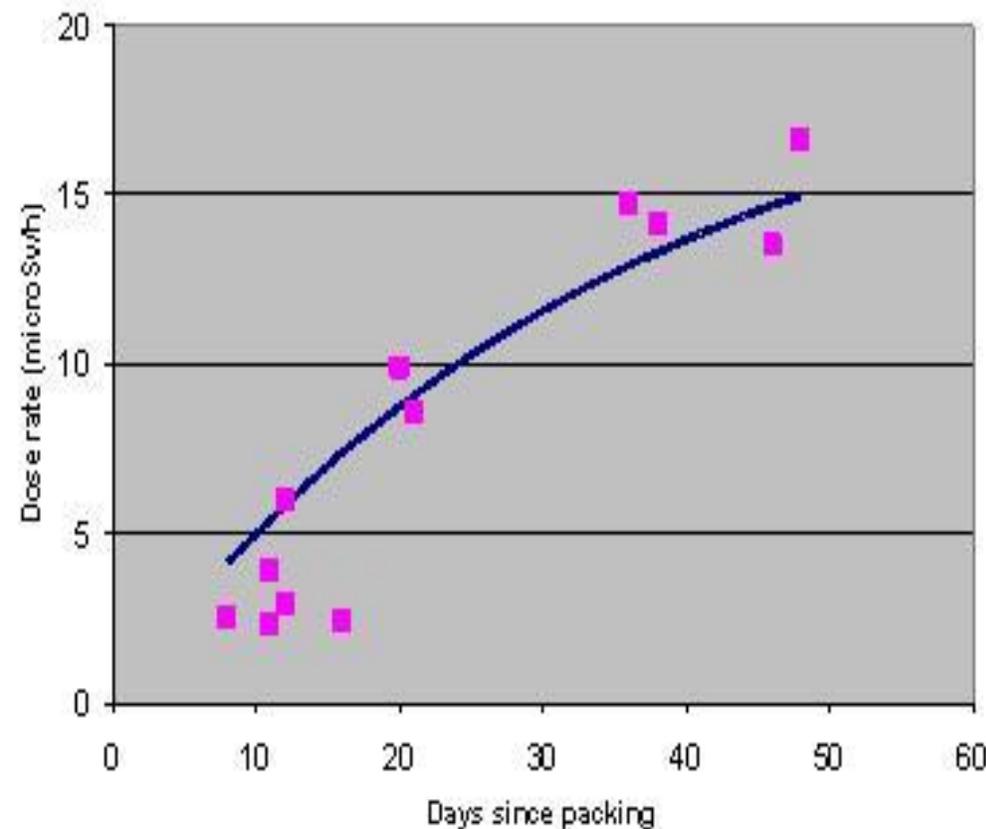


Основные пути облучения

- Основной значимый путь облучения - это **прямое гамма-излучение**.
- Перед транспортировкой необходимо систематически проводить дозиметрический контроль внешней поверхности контейнера и внутренней части кабины.
- Мощность дозы измеряется вплотную и на расстоянии 1 метра.
- **Наиболее важным аспектом, который часто недооценивается является увеличение концентрации ДПР материнских изотопов урана.**
- Уран в виде готовой продукции обычно имеет высокую степень чистоты, в нем присутствуют только изотопы урана (^{238}U , ^{234}U и ^{235}U).
- Концентрация короткоживущих ДПР сразу же начинает расти, что может привести к значительным изменениям мощности дозы гамма-излучения в контейнере контейнера с течением времени.

Основные пути облучения

- Изотопы урана имеют относительно слабую низкоэнергетическую гамма-сигнатуру, поэтому “свежий” урановый продукт, как правило, будет слабым гамма-излучателем, в течение следующих нескольких месяцев мощность гамма-дозы будет значительно увеличиваться по мере увеличения концентрации гамма-излучающих продуктов распада.
- Увеличение мощности дозы гамма-излучения происходит за счет распада ^{238}U в ^{234}Th , который является гамма-излучателем.
- ^{234}Th приходит в равновесие с ^{238}U примерно через два-три месяца, поэтому мощность гамма-дозы перестает значительно увеличиваться по истечению этого времени.



Основные пути облучения

- В общем :
 - Для конечного продукта наиболее значимым путем является воздействие гамма-излучения
 - При транспортировке с участка добычи на обогатительный комбинат необходимо учитывать воздействие гамма-излучения и ингаляцию радионуклидов в пыли в воздушной.
 - Для более высокообогащенной руды воздействие гамма-излучения может стать еще более значимым путем облучения в связи с ростом мощности дозы гамма-излучения.
 - Во время транспортировки жидкостей по трубопроводам основными путями облучения, вероятно, будут гамма-излучение от скопления радийсодержащих отложений в трубопроводах и ингаляция ДРП вследствие дегазации радона из раствора при передаче на обогатительный комбинат.
- В случае аварии:
 - могут быть рассмотрены дополнительные пути облучения, ингаляцию ДЖПР в пыли, поступление пероральным путем, попадание через раны и при асдорбции через кожу

Механизмы контроля



- При обычной транспортировке уранового продукта применяются стандартные методы контроля, учитывая главные элементы: время, расстояние и экранирование.
- Ограничение времени нахождения под воздействием радиации - наиболее эффективная контрольная процедура.
- Простые процедуры, такие как автоматизированная очистка бочки и предварительная наклейка индикаторных меток на поверхность бочки во время производства, могут значительно снизить профессиональные дозы.
- Упаковку и крепление ISO-контейнеров необходимо спланировать заранее, также убедиться что все процессы оптимизированы, в целях сокращения времени контакта с бочками.
- Таблички на контейнеры должны быть установлены до загрузки бочек.

Планирование в случае аварийной ситуации



- Необходим аварийный план для перевозки радиоактивных материалов на случай аварии во время транспортировки.
- Экипаж транспортного средства должен пройти подготовку в соответствии с регламентом на случай чрезвычайной ситуации. В случае аварии может возникнуть риск ингаляции ДЖПР и загрязнения окружающей среды.
- Использование средств индивидуальной защиты (СИЗ) (например, респираторов, одноразовой спецодежды, перчаток) в чрезвычайных ситуациях является стандартной практикой для большинства опасных материалов (включая уран).
- Транспортировка руды из горных выработок будет также подпадать под требования системы контроля, описанной выше для транспортировки конечного продукта. Если руда перевозится в открытых емкостях, то смачивание или ветровые дефлекторы могут значительно снизить выход пыли.
- Кроме того, любое просыпание руды в зоне погрузки должно быть быстро ликвидировано.

Мониторинг и оценка дозы



- Дозовые нагрузки при воздействии гамма-излучения в ходе транспортировки уранового материала обычно низкие.
- Для оценки воздействия на экипаж водителей можно использовать различные методы.
- Основное рабочее место (например, кабина грузовика) может быть обследовано путем измерения мощности дозы гамма-излучения, с последующим получением дозы, рассчитанной путем умножения мощности дозы на количество часов, проведенных водителем на рабочем месте.
- Другой метод заключается в том, чтобы выдать водителю электронный персональный дозиметр (ЭПД) и зафиксировать суммарную дозу за поездку (стандартная практика на современных урановой предприятиях).
- Дозовые нагрузки работников, осуществляющих загрузку и подготовку контейнеров, могут быть оценены разными методами, включая расчет усредненных значений по ГСУ и использование ЭПД, ТЛД или ОСЛД.
- ЭПД используются для оценки доз работников, выполняющих спецзадания.
- Зона хранения и погрузки должна регулярно обследоваться в целях оценки доз, оптимизации и облегчения контроля и обнаружения участков поверхностного загрязнения.

Мониторинг и оценка дозы



- В чрезвычайных ситуациях, связанных с транспортировкой, может потребоваться контроль мощности дозы гамма-излучения, ДЖПР и загрязнения поверхности.
- Потенциальное воздействие ДЖПР на работников и представителей общественности можно оценить с помощью отбора проб воздуха, в случае если организация пробоотбора воздуха не представляется возможной, оценка осуществляется путем сбора и анализа проб мочи и фекалий или с помощью СИЧ (легкие и все тело).
- В зонах, где происходит дегазация технологических растворов, может возникнуть необходимость в периодическом мониторинге концентрации ДПР радона

- Правила перевозки МАГАТЭ являются обязательными к применению
- Правила могут казаться детализированными и сложными
- Нужно хорошо знать особенности перевозимого материала
- Необходимо разработать планы действий для различных чрезвычайных ситуаций



IAEA

International Atomic Energy Agency
Atoms for Peace and Development

Спасибо!

