



**IAEA**

International Atomic Energy Agency  
*Atoms for Peace and Development*

# Добыча и переработка руды с высоким содержанием урана

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

## Добыча и переработка руды с высоким содержанием урана. Описание процесса.

- В ряде мест на Земле уран естественным образом концентрируется в руде до очень высоких уровней.
- Из-за высоких концентраций урана и его дочерних продуктов в руде, все пути облучения становятся значимыми в самой высокой степени.
- При разработке руд с высоким содержанием урана, могут потребоваться более строгие меры контроля при переработке и утилизации отходов.
- Хвосты сохраняют в себе большую часть радиоактивности руды, отвалы породы могут также содержать значительное количество урана.

# Добыча и переработка руды с высоким содержанием урана. Описание процесса.



- Подходы по разработке подземным способом
  - Различные виды бурения с восстающей выработки
  - Струйное бурение
- Подходы по разработке открытым способом
- Подходы по переработке

# Проектирование подземного рудника



Радиационная защита – неотъемлемая часть проектирования и эксплуатации.

- Методологии проектирования и эксплуатации из других областей ядерного топливного цикла иногда применяются в при выполнении работ, связанных с обращением с высокообогащённой рудой, вследствие необходимости обеспечения высокой степени защиты.

Ключевые аспекты контроля при выполнении подземных работ с высокообогащённой рудой:

- Размещение персонала на удалении от руды (н-р, оборудование дистанционного управления).
- Экранирование (н-р, встроенное в оборудование, специально спроектированное , н-р, торкретирование)
- Иногда крайне важно ограничить поступление богатых радоном подземных вод в рабочие зоны путем цементирования и заморозки грунта.
- Система вентиляции для ограничения воздействия радона и его дочерних продуктов (н-р, контроль источника, организация движения воздушных потоков, однопроходная вентиляция).
- Контроль разливов веществ и погрузки и транспортировки с поддержанием высокого уровня влажности.

# Проектирование наземного рудника

- При проектировании наземного рудника для добычи высокообогащенной руды обычно учитывается геология месторождения, а также выбранный метод, в свою очередь учитывающий необходимость ограничения облучения и оптимизации добычи.
- При разработке приповерхностных и глубоких карьеров могут потребоваться разные подходы. По мере увеличения глубины, вероятно, рабочие зоны будут уменьшаться в размерах, что в свою очередь увеличит риски для персонала, работающего на рудном теле или вблизи него.
- При переработке высокосортных руд стандартный проект уранового завода вряд ли подойдет, как из радиологических, так и практических соображений.
- Более важно для проектирования на всех этапах: экранирование, расстояние, использование дистанционно управляемого оборудования

# Проектирование перерабатывающего завода



- При создании производства по переработке высокосортных руд особое внимание стоит уделить этапам проектирования и последующей эксплуатации
- Одним из решений, позволяющим заводам, построенным на традиционных методах, перерабатывать высокообогащённую руду является смешивание или понижение содержания во входной смеси подаваемой на завод руды.
  - Необходимо с высокой осторожностью использовать установки для смешивания, учитывая потенциально более высокие дозы облучения при работе с высокообогащённой рудой.
- Перерабатывающий завод также может быть спроектирован специально для переработки высокообогащённых руд, с включением в проект механизмов радиационного контроля, являющихся неотъемлемой его частью.
  - экранирование емкостей, содержащих значительное количество руды,
  - специальные системы вентиляции для обеспечения притока свежего воздуха на рабочие места и поддержания емкостей под отрицательным давлением и удаления выделяемого радона.
  - нестандартные задачи и задачи технического обслуживания, при решении которых проект и технологические приемы могут облегчить контроль дозовых нагрузок.
  - Примерами могут послужить использование систем быстрой отцепки для минимизации времени смены/переподключения критически важного оборудования (например, насосов) и увеличение наклона на обвалованных участках для ускорения вымывания скопившихся шламов.

# Основные пути облучения (значимость)



- Внешнее облучение (гамма) – высокая
- Ингаляция радона и его дочерних продуктов – высокая
- Ингаляция долгоживущих радионуклидов вместе с пылью – высокая
- Внутреннее облучение через поверхностное загрязнение – высокая

# Определите пути облучения

Для каждого этапа определите подходящий уровень значимости пути облучения

ОВ-очень высокий, В-высокий, С-средний, Н-низкий, ОН-очень низкий

Этап / Путь	Гамма	Радон	ДЖПР
Подземный способ			
Открытый способ			
Переработка			
Хранение и транспортировка			



# Образец ответа. Пути облучения

Этап / Путь	Гамма	ДПР	ПДЖР
Подземный способ	В	ОВ	В
Открытый способ	В	С	В
Переработка	В	В	В
Хранение и транспортировка	В	В	В

# Мониторинг



- Измерения гамма-излучения;
- Измерения равновесной концентрации ДПР и ДЖПР;
- Измерения поверхностного радиоактивного загрязнения;
- Мониторинг биопроб;

# Оценка доз

- Оценка доз и анализ по всем путям облучения
- Регистрация и контроль времени работы
- Поиск способов уменьшения доз
- По мере увеличения значимости радиационных источников с ростом степени обогащения руды, ожидаемые дозы облучения также увеличиваются, и в случае самой высокой степени обогащения необходимо проводить более тщательный мониторинг эффективности контроля, а также более серьезный контроль дозовых нагрузок персонала.

# Резюме



- Методы добычи высокообогащенных руд могут отличаться один от другого, программа радиационной защиты должна быть оптимизирована с учетом особенностей каждого из методов;
- Эффективная программа радиационной построена на детальном понимании используемого метода и уровней радиации с ним связанных;
- Используйте техники минимизации дозовых нагрузок: время, расстояние, экранирование, оборудование удаленного управление, управление системами вентиляции;
- Инженерные методы обеспечения радиационной защиты персонала должны быть приоритетными (включены в проект) по отношению к мерам административного контроля;
- Знание – ключ к эффективному контролю и радиационной защите

# Контрольные вопросы



Q1:

- Какие меры применяются для снижения дозы внешнего облучения?

Q2:

- Какие меры используются для снижения дозы внутреннего облучения?

# Образец ответа

A1:

- Контроль за временем, проведенным в полях гамма-излучения (строгое ограничение доступа и удаленное управление);
- Увеличение расстояния до источника гамма-излучения;
- Применение оборудования для экранирования при работе с источниками гамма-излучения (цистерны, технологические емкости);
- Оборудование для дистанционного управления

A2:

- Главным образом сфокусироваться на системе вентиляции;
- Управление водными источниками (уменьшение дегазации радона);
- Время;
- Подавление пыли;
- Немедленная влажная уборка при возникновении разливов;
- СИЗОД



**IAEA**

International Atomic Energy Agency  
*Atoms for Peace and Development*

*Спасибо!*

