



IAEA

International Atomic Energy Agency
Atoms for Peace and Development

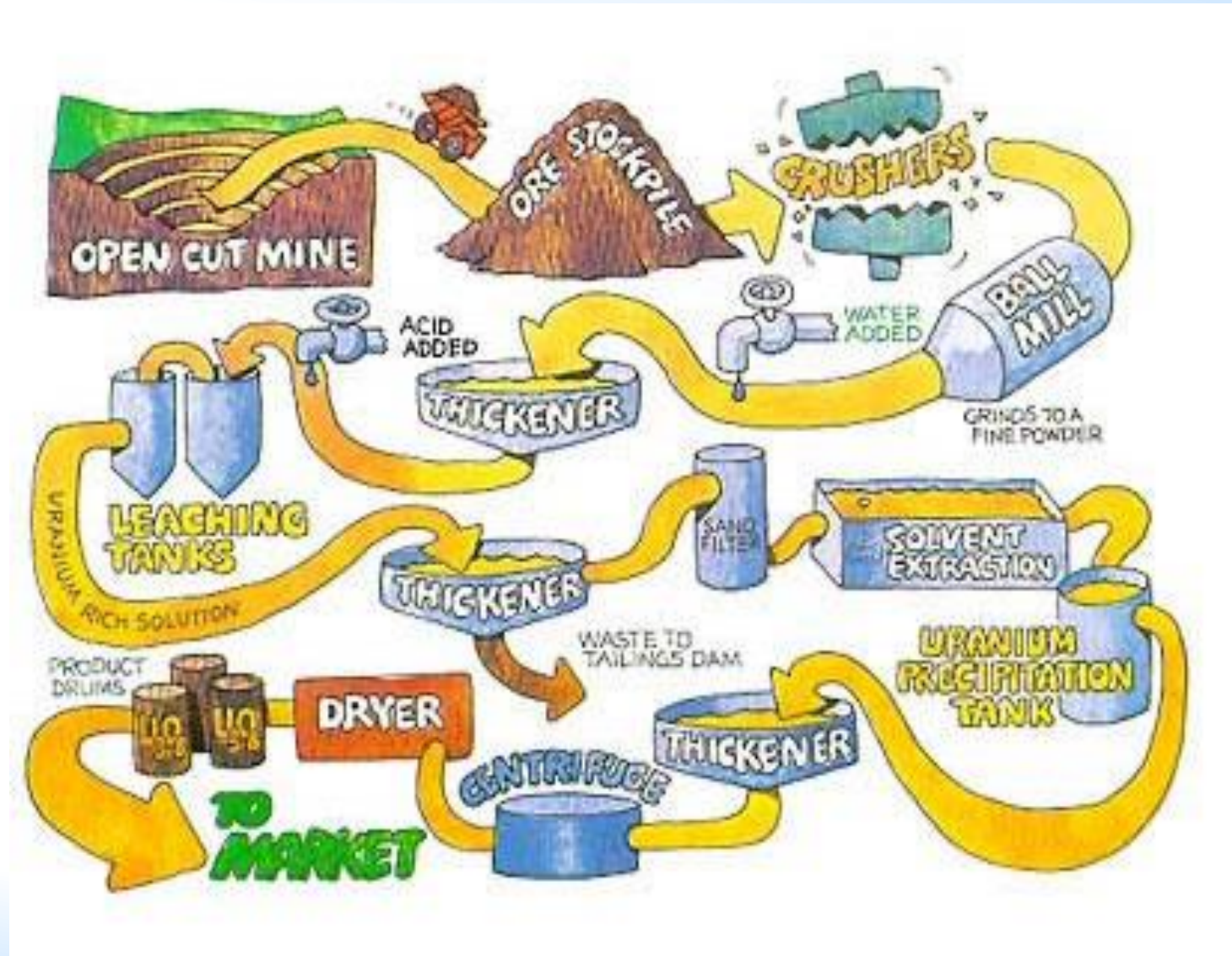
Практический пример: Переработка

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

Описание процесса

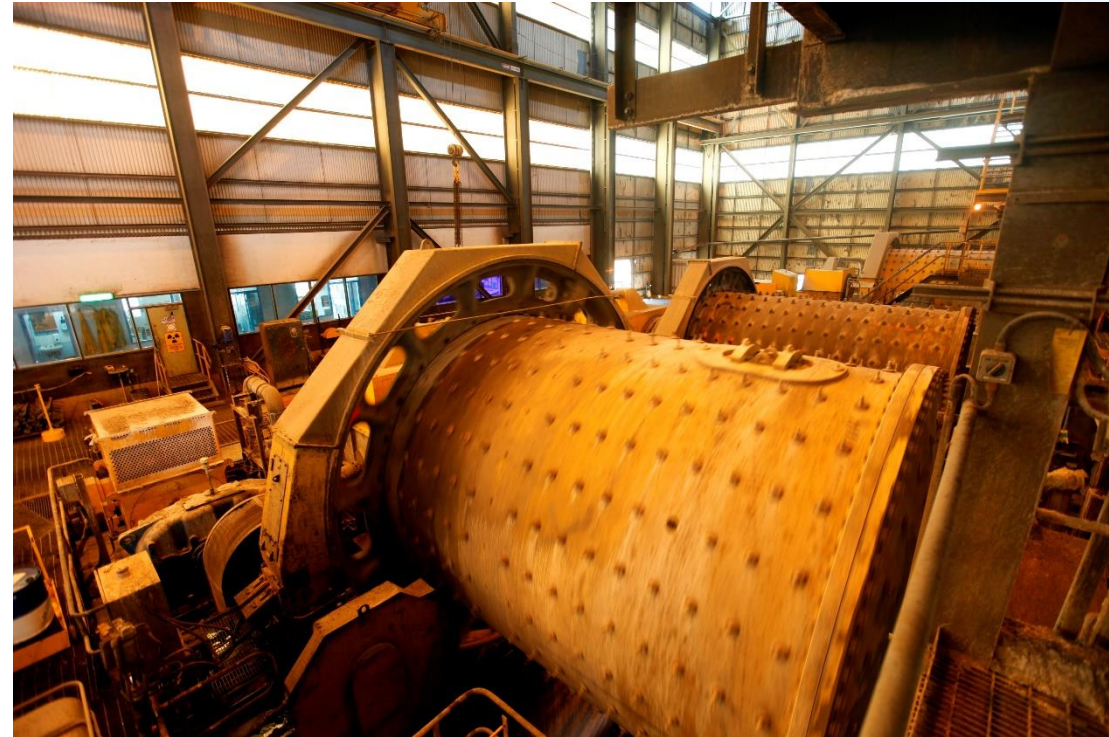
- После извлечения урансодержащего материала, уран должен быть сконцентрирован и очищен для получения конечного продукта – уранового концентрата
- Существует несколько походов и этапов прохождения этой фазы производства:
 - Кислотное выщелачивание
 - Щелочное выщелачивание
 - Подземное выщелачивание
 - Жидкостная экстракция
 - Ионный обмен
 - Прокаливание и т.д.

Пример завода по переработке урана

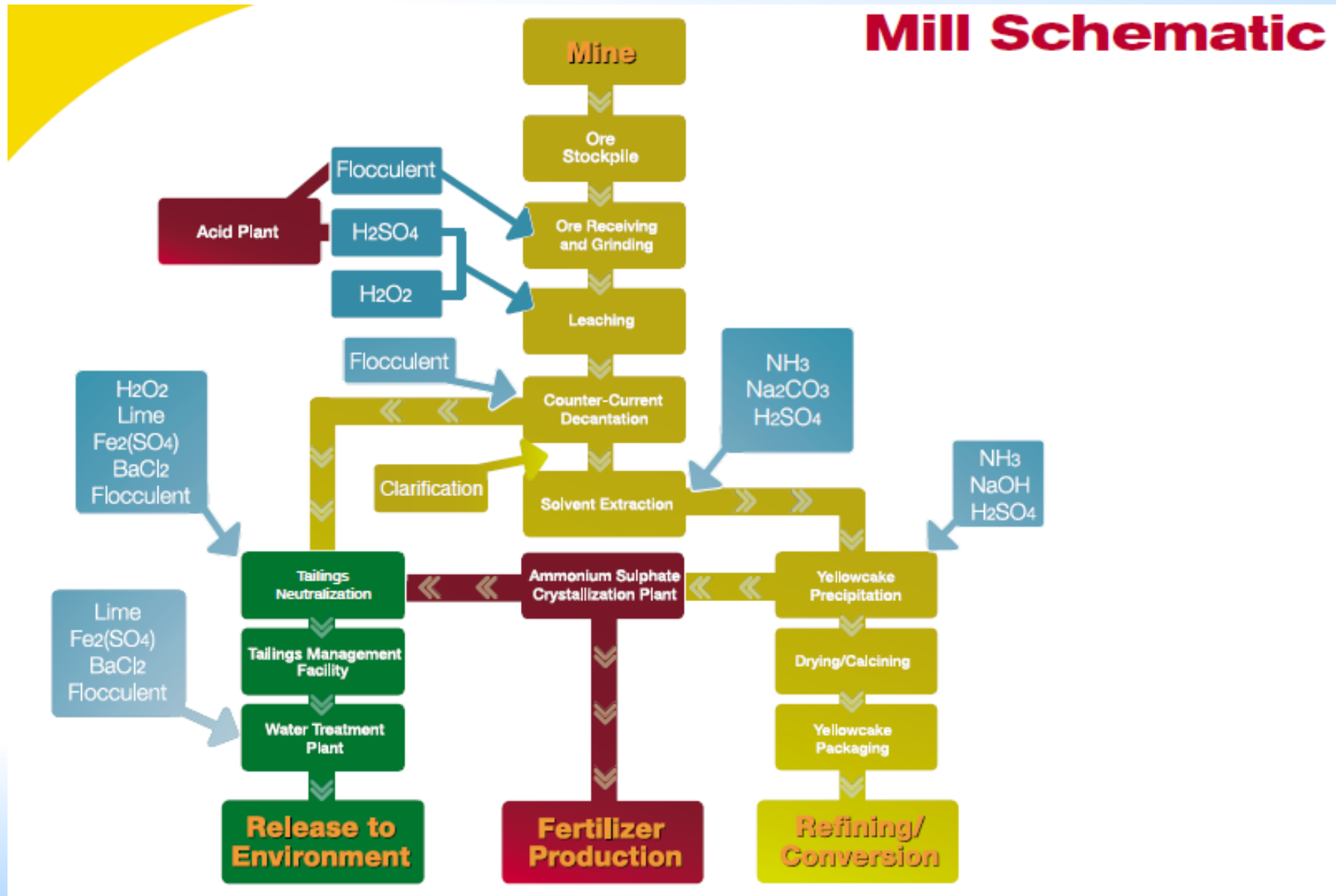


Общее описание этапов переработки

- Обработка и подготовка руды
- Выщелачивание урана в раствор
- Осветление и разделение на жидкую/твердую фазы
- Концентрация и очищение
- Сушка и упаковка
- Хранение и отгрузка готовой продукции
- Подготовка и хранение хвостов
- Переработка раствора



Копнем немного глубже



Эффективная радиационная защита базируется на знании процесса



- Переработка приводит к тому, что различные радионуклиды ведут себя по-разному в зависимости от их химических и физических свойств
- Основные пути облучения зависят от техпроцесса
- Иногда на небольших участках техпроцесса вероятность облучения работников особенно высока

Выбор техпроцесса

- Выбор техпроцесса будет определяться целым рядом факторов:
 - Минералогия
 - Сорт руды
 - Прочие вещества, содержащиеся в руде/ минералы / примеси
 - Другие производные
 - Наличие реагентов
 - Количество отвального материала и произведенного урана
 - Факторы размещения



Постройте свой собственный перерабатывающий завод



- Выберите тип рудоподготовки – мельница или раствор с выщелачивающего завода (подземное или кучное выщелачивание);
- Выберите техпроцесс выщелачивания – кислотное, щелочное или с выщелачивающего завода (подземное или кучное выщелачивание);
- Выберите средства для осветления– Противоточное сцеживание, бак для очистки / отстойник, флокуляционный бак, фильтрационный контур;
- Выберите метод очистки – жидкостная экстракция, ионный обмен;
- Выберите метод сушки - низкотемпературная сушка, прокаливание;
- Выберите методику утилизации хвостов – поверхностное захоронение, подземное захоронение, захоронение в карьере, не требуется;
- Имеются ли побочные продукты производства

Образец ответа. Проект завода



- Обычная мельница, перерабатывающая 5 млн тонн низкосортной руды в год
- Кислотное выщелачивание с противоточной декантацией, очистительным баком и песчаными фильтрами
- Жидкостная экстракция с последующим осаждением аммиаком
- Центрифуги с последующей прокалкой для упаковки U_3O_8
- Поверхностное захоронение хвостов
- Отсутствие побочных продуктов производства

Определите значимость путей облучения для вашего завода



- Для каждого этапа определите относительный уровень значимости пути облучения:
 - ОВ-очень высокий, В-высокий, С-средний, Н-низкий, ОН-очень низкий
- Особый случай – для необычных случаев, таких как техническое обслуживание

Определите пути облучения для вашего завода

| Этап / Путь | Гамма | Радон | ДЖПР | Особый случай |
|-----------------|-------|-------|------|---------------|
| Рудопереработка | | | | |
| Выщелачивание | | | | |
| Осветление | | | | |
| Очистка | | | | |
| Сушка | | | | |
| ХВОСТЫ | | | | |

Определите пути облучения для вашего завода



| Этап / Путь | Гамма | Радон | ДЖПР | Особый случай |
|-----------------|--------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|
| Рудопереработка | С | Н | Н (во влажном состоянии) | В* в трубах |
| Выщелачивание | С | Н (во влажном состоянии) | Н (во влажном состоянии) | В* датчик плотности |
| Осветление | С | Н (во влажном состоянии) | Н (во влажном состоянии) | В* датчик плотности |
| Очистка | Н | ОН (в отсутствии радия) | Н (во влажном состоянии) | В* тех.обслуж. |
| Сушка | С (упаковка) | ОН (в отсутствии радия) | ОВ (U3O8) | Загрязнение |
| Хвосты | С | С | С | |

Назовите потенциально-критические участки с точки зрения радиационной защиты

?

Модельные ответы. Критические участки



- При штатном режиме работы критическим участком будет участок высушивания и упаковки конечного продукта, на котором основным путем облучения будет ДЖПР, в меньшей степени - гамма-излучение, также возможно случайное поступление загрязнения пероральным путем.
- Другие критические участки:
 - радон в рудовосстановительных туннелях и других замкнутых пространствах на ранних стадиях работы завода
 - Гамма-излучение при использовании плотномеров
 - ДЖПР и возможное загрязнение при проведении работ по техническому обслуживанию оборудования для выщелачивания и осаждения, если зона становится сухой

Какой мониторинг необходим



- Гамма-излучение – на каких участках требуются ИДК, можно ли оптимизировать мониторинг
- ДЖПР – разобраться какие радионуклиды, на каких участках, как определить, измерение активности
- Радона – где и когда на производстве проводить мониторинг
- Радиоактивное загрязнение – какие участки являются критическими и требуется ли биоанализ (уран в моче)

Модельные ответы по Мониторингу



- Гамма-излучение – ИДК для работников цеха готовой продукции, а также производящих техническое обслуживание плотномеров, для других работников используется усредненная по рабочей группе доза гамма-излучения (дозиметр передается между работниками в каждый отдельный контрольный период).
Периодический мониторинг территории с целью выявления областей с более высокой мощностью дозы гамма-излучения с последующим изолированием или ограниченным доступом в случае необходимости.
- Мониторинг дочерних продуктов радона в туннелях или в закрытых участках с ограниченным доступом и фиксацией времени нахождения.
- ИДК ДЖПР широко используется зонах работы с конечным продуктом и при выполнении сухих работ по техническому обслуживанию. В других зонах используются регистраторы уровня радиоактивного загрязнения и выборочный ИДК с малой периодичностью.
- Периодический контроль загрязнения в зонах работы с конечным продуктом. В случае частого превышения установленных пределов, необходимо рассмотреть возможность проведения анализов на содержание урана в моче.

Перечислите критические элементы контроля



?

Образец ответа: Критические элементы контроля



- Для зоны упаковки конечного продукта необходимо предусмотреть специальные средства контроля в целях предотвращения образования ДЖПР и для снижения потенциального загрязнения, в том числе:
 - Автоматизированное заполнение и герметизация бочки в зоне упаковки с отрицательным давлением.
 - Частая промывка с использованием большого объёма воды всех рабочих зон и немедленная влажная уборка при возникновении разливов
 - Весь персонал обеспечивается спецодеждой при входе в зону работы с конечным продуктом (очищается на месте), зона должна быть оборудована душевой при выходе из нее.
- Вход в заборный туннель и зоны ограниченного доступа ограничен, и контролируется с помощью допусков на вход и измерений радона перед входом. Принудительная вентиляция используется, если уровень дочерних продуктов радона выше триггерного уровня.
- Необходимо вести учет плотномеров. Только квалифицированные работники могут перемещать, эксплуатировать или модифицировать плотномеры.
- Работы по техническому обслуживанию в зонах выщелачивания и осаждения проводятся при условии постоянного поддержания влажности. Если требуется выполнение работ в сухих условиях, требуются СИЗ и дополнительный контроль.

Оценка доз



- Как оценить дозу гамма-излучения для лиц из числа персонала, которым персональные дозиметры не были предоставлены.
- Что представляют собой коэффициент(ы) дозового преобразования (КДП) для различных зон, и от чего он(и) зависи(я)т – радионуклиды, размер частиц, растворимость

Образец ответа. Оценка доз



- Для работников техучастков, не имеющих персонального дозиметра, используйте усреднение по рабочей группе
- Для ДЖПР, до выщелачивания и осветления принимаются находящимися в радиоактивном равновесии. После осветления в процессе создания конечного продукта присутствуют ^{238}U и ^{234}U . Поток хвостов (твердых) использует равновесие за минусом ^{238}U и ^{234}U .
- Для завода, кроме зон работы с конечным продуктом, используют АМАД (размер частиц) 5 мкм и наибольший КДП в соответствии с данными по растворимости по каждому радионуклиду.
- Для зон работы с конечным продуктом, принимаем АМАД 5 мкм и проводим лабораторные тесты на растворимость.

- Каждое перерабатывающее предприятие отличается от других, программа радиационной защиты должна быть оптимизирована для данного предприятия
- Эффективная программа радиационной защиты основывается на детальном понимании поведения радионуклидов в рамках техпроцессов на предприятии
- Использование таких допущений, как равновесие или грубых измерений, может привести к возникновению проблем, имеющих радиологический характер.
- Любой химический или физический процесс может нарушить равновесие.
- Знание процесса является ключом к эффективному контролю и обеспечению надлежащей радиационной защиты



IAEA

International Atomic Energy Agency
Atoms for Peace and Development

Спасибо!

