



Семинар в г. Нур-Султан (Республика Казахстан)
Подземное размещение отходов
Часть В - Технические аспекты ликвидации и переработки отходов

Устранение и переработка отходов в Германии (ФРГ)

Историческое развитие и опыт

- На начальном этапе для обратной закладки использовались горнопромышленные отходы – сопутствующие пустые породы
- В дальнейшем для обратной закладки использовались отходы обогащения/переработки
- В калийной горнодобывающей промышленности:
 - Начало 20 века: обратная закладка отходов обогатительной фабрики (солевые отходы, ангидрит, глина и т.д.) мокрым способом (гидравлическая закладка) – возможна после консолидированной выемки столбов (выемка столбов обратным ходом, например, в г. Бляйхероде.)
 - Начиная с 1960-х годов: сокращение обратной закладки и вместо этого отсыпка твердых отходов в отвалы, а также сбросы и тампонаж жидких отходов – значительные объемы подземных пустот оставались незаполненными
 - Начиная с 1990-х годов: конвергенция привела к осадению почвы даже в населенных пунктах – для определенных участков горных предприятий было введено требование по применению обратной закладки
 - Гидравлическая и обратная закладка вязких и густых смесей для мелкодисперсных отходов, например, пыли и золы от сжигания отходов
 - Самотёчная закладка, Биг-бэг – обратная закладка для крупнокусковых отходов, например, загрязненная почва, шлаки

Пример подземного размещение отходов в Германии (ФРГ) Горнодобывающее предприятие „Glückauf“, г. Зондерсхаузен



Старейшее в мире, и до сих пор действующее, калийное горнодобывающее предприятие используется компанией **Glückauf Sondershausen Development and Backup GmbH (GSES)** в следующих сферах коммерческой деятельности:

- **Обратная закладка** (с 1995 года)
Заполнение пустот выработанного подземного пространства старых шахт, подпадающих под действие требований по применению обратной закладки, отходами горной промышленности, строительства и индустрии
- **Подземное депонирование/размещение отходов** (с 2005 года)
Устранение неперерабатываемых отходов на объектах размещения отходов IV класса, находящихся в пустотах подземного выработанного пространства старых шахт, не подпадающих под действие требований по применению обратной закладки.
- Добыча каменной соли (с 2008 года)
- Шахта-Музей (с 1998 года)



Обратная закладка на горнодобывающем предприятии „Glückauf“, г. Зондерсхаузен

Транспортировка и укладка самотёчной закладки с помощью ковшового погрузчика



Послойная укладка Биг-бэгов



Гидравлическая закладка



Затвердевшая гидравлическая закладка



Подземное депонирование/размещение отходов на горнодобывающем предприятии „Glückauf“, г. Зондерсхаузен

Заполненная камера депонирования
(бочки)



Сооружение соляной насыпи



Заполненная камера депонирования (Биг-бэги)



Закрытая камера депонирования



Сыпучие, по возможности, крупнозернистые отходы: например, загрязненная почва, шлак, а также смеси для обратной закладки из пыли/зола, шламов и жидкости.

Необходимое условие: безопасность труда должна быть гарантирована - никакого пылеобразования, т.к. отходы могут содержать загрязняющие вещества, такие как тяжелые металлы или их соединения.

Транспортировка под землю может осуществляться, например:

- через спускной трубопровод (например, AUREC – ESCO г. Бернбург)
- через шахту в контейнерах (например, GTS г. Тойченталь)
- через штреки (наклонный въезд).

Под землей материал для самотёчной закладки транспортируется колесным погрузчиком или тяжелым грузовым автомобилем до камеры закладки, которая затем заполняется; распределение и уплотнение материала часто производится бульдозером.

Преимущество: простой способ реализации обратной закладки даже для крупнозернистых отходов

Недостаток: сухие материалы требуют увлажнения для связывания пыли

Обратная закладка в ёмкостях: Биг-бэги

Например, для отходов, в отношении которых соблюдение техники безопасности при самотечной закладке не может быть гарантировано, а также для отходов доставленных в этих емкостях.

Возможно упрочнение отходов, например, путем смешивания с цементом и их отвердения в Биг-бэге.

Транспортировка под землю через:

- шахту,
- штреки (наклонный въезд).

Под землей, упакованный материал для обратной закладки доставляется тяжелым грузовым автомобилем до закладочной камеры, где он выгружается и штабелируется. Промежуточные пустоты и зазор у кровли могут быть заполнены метательной закладкой.

Преимущество: упаковка материала для обратной закладки защищает рабочих

Недостатки: сложные погрузочно-разгрузочные операции, неоптимальное заполнение пространства

Обратная закладка в ёмкостях: Биг-бэги



Гидравлическая закладка: Гидрозакладка

Мелкодисперсные отходы: например, пыль, зола и шламы.

Транспортировка материала обратной закладки в трубопроводах; геодезическая высота используется для преодоления многокилометровых расстояний под землей.

Высокая доля транспортной жидкости: например
70 % жидкости
30 % твёрдой фазы

После уплотнения материала обратной закладки, избыточная жидкость отделяется и собирается для подачи обратно к установке по подготовке смесей обратной закладки. 70-80% транспортной жидкости «рециркулируется».

Преимущество: нет необходимости в насосе для суспензии

Недостатки: необходимость в инфраструктуре и дополнительной энергии (для возврата рециркулируемой жидкости), а также в строительстве плотин

Гидравлическая закладка: Гидрозакладка



Гидравлическая закладка: Обратная закладка вязких и густых смесей

Мелкодисперсные отходы: например, пыль, зола и шламы, вплоть до песка.

Транспортировка обратной закладки в трубопроводах; смесь обратной закладки более вязкая, чем у гидрозакладки (густая масса) и должна прокачиваться.

Высокая доля транспортной жидкости: например
45 % жидкости
55 % твёрдой фазы

Смесь обратной закладки обладает вяжущими свойствами и затвердевает; по мере возможности, не должно происходить отделение избыточной жидкости.

Преимущество: отсутствие или незначительное количество избыточной жидкости

Недостатки: необходима производительная и соотв. дорогостоящая насосная техника, а также строительство плотин.

Основанное на местоположении (долговременное)-обоснование безопасности – условие допуска

- Описание геологической и гидрогеологической ситуации
- Информация о стволах и горных выработках
- Сертификат геотехнической устойчивости
- Разработка концепции безопасности
- Оценка (гео)-химических взаимодействий между отходами, вмещающими породами и, при необходимости, природными водами
- Оценка естественных барьеров
- Оценка планируемых технических барьеров (например, плотин, затворов стволов шахт, буферных систем)
- Оценка природных и технически обусловленных событий/обстоятельств, которые могут повлиять на функциональность барьеров
- Разработка системы контроля качества (например, контроль приемки и монтажная документация)
- Планирование мониторинга (например, гидрогеология и сейсмичность)

Складирование на объектах, где естественные барьеры препятствуют попаданию воды (например, соляные шахты)

- геологическая ситуация служит естественным барьером
- например, соляные шахты с непроницаемыми слоями глины
- полная интеграция отходов и опасных веществ в горной породе
- отсутствие необходимости иммобилизации опасных веществ, т.к. нет контакта с водой
- непроницаемый для растворов затвор стволов шахт

Складирование на объектах без надёжных естественных барьеров

- Геологическая и гидрогеологическая обстановка объекта не исключает контакта вод с размещаемыми отходами
- Возведение технических барьеров для предотвращения/минимизации контакта отходов с водами
- Долгосрочная химическая иммобилизация опасных веществ, содержащихся в отходах
- Минимизация выбросов вредных веществ при контакте с водами за счет затвердевания и снижения водопроницаемости связующих компонентов отходов

Складирование при подземном депонировании отходов



Упакованные в бочки отходы, содержащие мышьяк и ртуть

Технические барьеры на горнодобывающих предприятиях - Требования

Непроницаемость

Невозможность фильтрации
в обход

Долгосрочная стабильность
в условиях объекта

Технические барьеры на горнодобывающих предприятиях - Пример: строительство непроницаемого барьера



**Технические барьеры на горнодобывающих предприятиях -
Пример: установка прочнопластичного барьера,
шахта в г. Бишоффероде.**



Спасибо за внимание!



Дискуссия?