



**Шахта для захоронения радиоактивных отходов
Конрад – модернизация подъемного оборудования
и проходка примыкающих к стволу подземных
горных выработок**

выработка для расширения сопряжения с транспортером для породы

На закрытом в восьмидесятых годах прошлого столетия горном предприятии по добыче железной руды Конрад в настоящее время проводятся подготовительные работы для использования его в качестве хранилища для радиоактивных отходов с незначительным выделением тепла. Важной составляющей переоборудования в хранилище является ремонт обоих имеющихся в наличии вертикальных стволов Конрад 1 и Конрад 2, а также проходка примыкающих к стволу подземных выработок. Два консорциума - Konrad ASK 1 и ASK 2 -, представленные каждый соответственно специализированными горнодобывающими предприятиями THYSSSEN SCHACHTBAU GMBH и Deilmann-Haniel GmbH и действующие по поручению Немецкого Общества по строительству и эксплуатации хранилищ радиоактивных отходов (DBE) предполагают завершить выполнение этого подряда до 2020 года. Это позволит им внести решающий вклад в длительное и надежное захоронение радиоактивных отходов, начиная со следующего десятилетия этого тысячелетия. Консорциум ASK 1 получил в апреле 2009 года подряд на модернизацию воздухоподающего ствола Конрад 1 с переоборудованием его в ствол для грузового и людского подъема. В марте 2010 года консорциум ASK 2 получил заказ на модернизацию воздуховыдающего ствола Конрад 2 и проходки примыкающих к стволу подземных горных выработок. Мы уже сообщали об этом в издании Thyssen Mining Reports 2010 и 2012/13.

■ Описание местности

Оолитовый железорудный горизонт месторождения мощностью от 4 до 18 м простирается на длину от 8 до 15 км. Рудосодержащая породная толща, в зоне которой планируется осуществлять проходку участков для захоронения отходов, расположена на глубине от 800 до 1300 м. Породы глинистого мергеля нижнего мелового периода,

Модернизация шахтного подъемного оборудования ствола Конрад 1 – монтаж трубчатых консолей



обладающие мощностью до 400 м, изолируют рудную залежь от расположенного над ними водоносного известнякового пласта верхнего мелового периода. Таким образом, в отличие от типичных железных рудников данная рудная залежь обладает необычной сухостью, поскольку отсутствует гидравлическая связь между расположенными близко к поверхности водоносными горизонтами и подземными выработками захоронения. Под месторождением пласты юрского периода перекрывают горизонты с глубинными водами. Благодаря этим благоприятным геологическим и гидрологическим условиям рудник Конрад особенно хорошо подходит для сооружения хранилища отходов с низкой и средней степенью радиоактивности. В Федеративной Республике Германия захоронение радиоактивных отходов является прерогативой государства. Наивысшим приоритетом здесь является минимизация подверженности вредным воздействиям таких ценностей, требующих охраны, как „здоровье человека“ и „окружающая среда“. Отсюда вытекают требования к подтверждению качества и документированию всего проекта для предприятий - исполнителей заказа.

■ Модернизация шахты Конрад 1 предприятием ASK 1

■ Трубчатые консоли направляющих проводников

В начале июня 2012 года начались работы по монтажу трубчатых консолей проводников в южном надшахтном башенном копре. По причине обязательности получения разрешения на проведение работ в ходе работ по бурению колонковых скважин, необходимых для установки консолей, перед монтажом соответствующего расстрела все отверстия и полученные буровые керны должны были быть освидетельствованы экспертом земельного ведомства по горному делу, энергии и геологии Нижней Саксонии (LBEG). При этом, неожиданно, в июле 2012 года в четырех буровых кернах, полученных из крепи ствола, состоящей из каменной кладки, был обнаружен расширяющийся минерал этрингит и его наличие было подтверждено последующими исследованиями кафедрой исследования материалов для строительства университета Брауншвейг (MPA). Это обстоятельство потребовало проведения повторного исследования устойчивости имеющейся крепи ствола, состоящей из каменной кладки. Для ASK 1 следствием этого обязательства стала приостановка текущей установки трубных консолей. Однако после перестройки графика работ бурение всех необходимых колонковых скважин на глубину до 1200 м было перенесено на более ранний срок. Все полученные буровые керны были переданы кафедре исследования материалов для строительства университета Брауншвейг (MPA) для проведения необходимых исследований.

Исследования и расчеты характеристик допустимой нагрузки на каменную кладку крепи ствола привели к следующим результатам и решениям:

- Не было зафиксировано повреждений каменной кладки в результате расширения сульфата. Таким образом, образование

эtringита не могло повлиять на несущую характеристику крепи ствола.

- В будущем не ожидается возникновения прогрессирующих процессов повреждения существующей каменной кладки.
- Ранее установленные трубные консоли проводников можно оставить в стволе.
- Для всех предстоящих работ по цементированию рекомендуется использовать материал с высокой степенью устойчивости к сульфатам.
- Стыковые швы в зоне воздействия соответствующего места установки консоли должны быть аттестованы в рамках соответствующих мероприятий в зависимости от их характера.

Все действия по аттестации должны были быть представлены уполномоченному разрешительному органу и этим органом допущены. Только после этого в конце апреля 2013 года установка трубных консолей была продолжена при условии того, что предварительно будет аттестована каменная кладка ствола. Расстрелы были установлены с помощью цементирования с расстоянием 6,0 м по глубине. В общей сложности для крепи в области южной ветки подъема ствола Конрад было использовано 1409 штук трубных консолей.

В рамках аттестации стыковых швов на старых цементных швах в зависимости от местоположения соответствующей скважины в зазорах были сделаны шлицы на глубину до 40 см с помощью гидравлических цепных пил для резки бетона, затем они были прочищены и в завершении залиты высоко устойчивым к сульфатам анкерным цементным раствором.

С точки зрения подтверждения качества все работы проводятся на основе планов испытаний, благодаря чему достигается достаточная степень документирования.

■ Модернизация подъема ствола

Модернизация подъема ствола Конрад 1 предприятием ASK 1 охватывает согласно сегодняшнему уровню информированности следующие мероприятия, которые реализуются при сохранении рабочего режима рудника (людской подъем и транспортировка грузов по стволу Конрад 1):

- Монтаж стальной армировки ствол (консоли, направляющие)
- Демонтаж существующих деревянных расстрелов и направляющих

Модернизация подъемного оборудования ствола Конрад 1 – колонковое бурение

Модернизация подъемного оборудования ствола Конрад 1 – монтаж проводников

Фотограф: Йорг Шайбе, Улица Херманн 1, 38114 Брауншвайг-фоторепортажи/фотодизайн по заказу консорциума ASK 1

- Модернизация рудстанков на приемных площадках 3-го, 4-го и 5-го горизонтов
- Монтаж / удлинение различных трубопроводов
- Прокладка электрических инженерных коммуникаций

Передача южной ветки подъема ствола Конрад 1 после ремонта заказчику – компании DBE назначена согласно действующему рамочному графику работ на ноябрь 2014 года. При этом будет законсервирован передвижной монтажный полук в стволе.

С конца 2015 года работы консорциума ASK 1 будут продолжены в рамках реконструкции северной ветки подъема. Срок завершения работ по модернизации подъемного оборудования ствола Конрад 1 намечен на январь 2020 года.

■ Переоборудование ствола Конрад 2 и проходка примыкающих к стволу подземных горных выработок

■ Переоборудование ствола Конрад 2

После получения предприятием ASK 2 в марте 2010 года подряда на переоборудование воздуховыдающего ствола Конрад 2 и проходку примыкающих к стволу подземных горных выработок первоочередные мероприятия преимущественно затронули составление и переработку необходимой для получения разрешения на выполнение работ проектной документации и проработки





Крепь из анкеров и набрызг-бетона с оставленными шлицами в набрызг-бетоне

технической документации на все оборудование, необходимое для выполнения работ и подлежащее изготовлению, с учетом специфики производителей оборудования.

При этом на основании согласованного контрактом рамочного графика работ потребовалось одновременное проведение строительных мероприятий на различной глубине. Такая организация процесса оправдала себя благодаря монтажу соответствующей нормативам TAS (немецкий аналог ЕПБ) системы защитных и рабочих полков, отвечающей техническим требованиям, предъявляемым к установкам грузо-людского подъема. Кроме этого, необходимо было выполнить требование относительно наличия постоянно функционирующего второго подъема для выхода из рудника при выходе из строя подъема ствола Конрад1.

После внесения значительных изменений в исходные условия для проектирования в 2011 году в марте 2012 года заказчику были переданы первые адаптированные проекты по временному подъемному оборудованию в стволе Конрад 2. С этого момента недостающая документация, необходимая для получения разрешения на выполнение работ последовательно разрабатывалась

техническими бюро партнеров по консорциуму и непрерывно передавалась для проверки. В это время оперативные работы в стволе Конрад 2 преимущественно ограничивались обеспечением функционирования второго подъема выхода из рудника.

Оперативные работы в стволе Конрад 2 по его переоборудованию могут начаться в 2014 с монтажа защитного полка над 3-им горизонтом.

■ Реконструкция и проходка околоствольных выработок

После реконструкции „старой выработки околоствольного двора“ на 2-ом горизонте в стволе Конрад 2 в 2012году началась реконструкция и проходка выработки для расширения околоствольного двора (выработка FOE).

Благодаря изменению последовательности проходки предприятие ASK 2 смогло начать работы в режиме 4-х смен с проходки выработки FOE и ее ответвления в направлении транспортной складской выработки Север (ETS Север).

Технические характеристики	Выработка расширения околоствольного двора	Ответвление FOE в направлении складской транспортной выработки Север
Направление проходки	От сети выработок к стволу 2	от FOE в направлении ETS Юг
Вид проходки	В две заходки кровельная часть и лотковая часть	В две заходки кровельная часть и лотковая часть
Длина	35 м	20 м
Ширина	11 м	20 м
Высота	9 м	9 м
Крепь		
<i>Временная крепь</i>		
Толщина слоя	Упрочнение слоем набрызгбетона 3 см	Упрочнение слоем набрызгбетона 3 см
Вид анкера	Анкер GFK Powerthread K60-25	Анкер GFK Powerthread K60-25
Длина анкера	2 м	2 м
Плотность установки анкеров	1 анкер на м ²	1 анкер на м ²
<i>Постоянная крепь</i>		
Толщина наружной оболочки	20 см оболочка из набрызгбетона с шлицтами	20 см оболочка из набрызгбетона с шлицтами
Сорт бетона	35/45 XC 3 XA 3	35/45 XC 3 XA 3
Армирование	Затяжка сеткой Q 188, однослойная	Затяжка сеткой Q 188, однослойная
Тип анкера	Анкер со скользящей головкой G12 Wiborex 30/11	Анкер со скользящей головкой G12 Wiborex 30/11
Длина анкера	12 м	18 м
Плотность установки анкеров	1 анкер на м ²	1 анкер на м ²

Для проходки были привлечены некоторые новые, известные из туннелестроения проходческие машины. Весь персонал был обучен работе на новом оборудовании, и каждому сотруднику было выделено время на обучение. Приблизительно через два месяца сотрудники освоили новую технику, и с этого момента проходка пошла быстрее, чем ожидалось.

В мае 2013 года начались горные работы из выработки FOE по проходке кровельной части выработки ответвления в направлении ETS Север. Работы удалось завершить в августе 2013 года, на месяц раньше графика.

Особенно напряженной оказалась ситуация с прогнозируемыми конвергенциями. Специалисты Заказчика по геомеханике заказчика рассчитывали, что конвергенция составит приблизительно 75 см. Согласно данным расчетной модели она должна была проявиться вскоре после проходки. Однако до конца июня 2013 не было зафиксировано никаких существенных признаков конвергенции. Сначала это обстоятельство вызвало большое воодушевление ответственных за проект со стороны заказчика. Отсутствие расчетной конвергенции связывали с выбором избыточной несущей способности крепи. Однако с июля 2013 года внезапно были зафиксированы явления конвергенции большего размера, чем было запланировано изначально. Эти непредусмотренные перемещения не объяснялись только проходкой ответвления в направлении ETS Север. Показатели конвергенции превысили предельные значения, в ответ на это были приняты дополнительные меры для стабилизации горного массива в виде дополнительных анкеров и инъекционного уплотнения пород. Конвергенция контролировалась маркшейдерами DBE. Для этой цели консорциум ASK 2 установил штанговые тензометры для измерения конвергенций сечения.

Фотография рабочего коллектива





Выработка для размещения отходов Северная – углубление почвы с помощью проходческого экскаватора

■ Механизация работ

Для проведения работ консорциум ASK 2 закупил абсолютно новый парк машин и оборудования, включающий следующие типы:

- туннельные экскаваторы TEREX: TE 210 и TC 125
- передвижной буровой станок Dhms BTRK1-E-P
- компактный гусеничный погрузчик CAT 279C
- пневмоколесный погрузчик CAT 908H
- автопогрузчик Merlo P 36.7
- стволовой экскаватор dh EQ200
- скребковый конвейер Niederholz PF 1 400
- манипулятор набрызгмашины BASF Meyco Oruga

Во всех выработках рудника Конрад допускается только щадящая проходка, которая к тому же по возможности должна производиться «на сухую» то есть без применения воды. Поэтому при выборе проходческого оборудования предпочтение было отдано туннельному экскаватору фирмы TEREX. Туннельный экскаватор отличается тем, что ковш может дополнительно вращаться вокруг продольной оси, для этой модели – соответственно на 45° в обоих направлениях. Благодаря этому дополнительному направлению вращения в любое время можно выполнять работу точно в соответствии с профилем выработки.

Экскаватор был поставлен в комплекте с многочисленным дополнительным оборудованием, которое можно использовать на различных этапах проходки:

- Механическая система быстрой смены инструмента Schnellwechsler System Verachttert CW40
- Измельчительный ковш с двумя зубьями 660 мм
- Фреза Schaeff WS90N
- Гидравлический молот Wimmer W660
- Измельчительный зуб
- Ковш для нижнего черпания

■ Высокоточная установка податливых анкеров

В качестве еще одной особенности данного проекта, которая должна соответствовать высочайшим техническим требованиям, следует

назвать установку податливых анкеров длиной до 18 м. Установка такого анкера требует от машиниста и от машины высочайшей точности и мастерства. По контракту консорциум ASK 2 обязан не превышать при креплении анкерами максимального отклонения в 1/30 длины скважины. Это означает, что при длине анкера 18 м максимальное отклонение может составлять до 60 см. Соблюдение этого максимального отклонения скважины постоянно контролируется заказчиком с помощью замеров. Работы по бурению производятся вращательно с удалением бурового шлама воздухом. При этом машинист передвижной бурильной машины должен следить за тем, чтобы весьма дозированно управлять подачей. Это означает, что никогда нельзя использовать слишком высокое нажимное усилие, так как в противном случае отверстие выйдет за пределы заданной прямой траектории бурения. Задание прямой траектории бурения вытекает из требований по монтажу анкеров и свободного действия анкеров. Это требует огромных трудозатрат при креплении анкерами. После того как скважина будет пробурена, анкер по частям заводится в скважину. Анкер длиной 18 м весит около 100 кг. После установки анкера он фиксируется предохранительной пластиной на борте выработки, чтобы он не мог выскользнуть из скважины или быть выдавленным при затвердевании клеевого состава. Закрепление осуществляется с помощью двухкомпонентной силикатной смолы. Закрепляются только два последних метра анкера, чтобы можно было обеспечить длину свободной работы анкера. Процесс закрепления документируется без пробелов. В компьютер вводятся и сохраняются как продолжительность и давление закрепления каждого компонента, так и закаченное количество смолы. В целях собственной защиты и для внутреннего документирования гарантии качества каждый анкер подвергается испытанию на растяжение. Эти испытания консорциум ASK 2 проводит по собственной инициативе, они не входят в число услуг, согласованных контрактом.

■ Выводы

Работы, выполненные на настоящий момент, показали, что консорциумы - исполнители работ полностью настроились на достижение высоких целей в области захоронения радиоактивных отходов. На постоянно возникающие изменения концепций выполнения работ, которые неизменно сопровождали данный проект, исполнители постоянно реагировали с большой долей гибкости. Нужно исходить из того, что и возможные препятствия будут преодолены совместно всеми ответственными за проект и обладающим высоким уровнем профессионализма и мотивированным персоналом, и объекты будут переданы заказчику для полномасштабного использования с 2020 года.

Наташа Гролл · groll.natascha@ts-gruppe.com
 Томас Драйсцас · dreyszas.thomas@ts-gruppe.com
 Хубертус Каль · kahl.hubertus@ts-gruppe.com