

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПО ПРЕДЛАГАЕМОМУ ПРОЕКТУ РОГУНСКОЙ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Отчет по Фазе 1

Оценка выполненных работ по проекту
Рогунской ГЭС



- Цели исследования

- Техническое задание ТЭО: «Консультант должен произвести **оценку выполненных работ** по проекту Рогунской ГЭС с целью установления пригодности выбранной площадки для реализации Проекта».
- Такая оценка имеет очень важное значение, поскольку может оказать влияние на смету расходов, безопасность строительной площадки и плотины, а также график реализации проекта.

- Структура презентации

- Работы на поверхности:

- Дороги и транспортные тоннели,
- Карьеры, производство обычного вибробетона, ленточный конвейер
- Строительная площадка, оборудование на строительной площадке, общее состояние инфраструктуры.

- Подземные сооружения:

- Транспортные тоннели, дренажные штольни, кабельные тоннели, строительные тоннели
- Машинный и трансформаторный залы
- Электромеханическое оборудование

- Заключение



- ОТЧЕТ ПО ФАЗЕ 1 – № 002378 RP. 39, ред. С – Резюме

Работы на поверхности – Подъездные дороги и транспортные тоннели

– Дороги

- На территории проекта уже проложено около **86 км** дорог
- **Восстановление/техническое обслуживание** этих дорог необходимо для выполнения предстоящих работ
- Минимальная ширина дорог для перевозки оборудования и материалов: **от 12 до 15 м.**



– Транспортные тоннели

- **Постоянные и временные** тоннели
- Планируется проложить **60 км** тоннелей. **27 км** тоннелей уже проложено и облицовано.
- Требуется **техническое обслуживание** и **внедрение мер по устранению недостатков** (см. слайды по Подземным сооружениям...).

→ Для выполнения такого проекта ключевое значение имеет возможность доступа к объектам строительства



Работы на поверхности – Карьеры/Карьерные зоны

- Карьеры будут обеспечивать поставку материалов для подземных и наземных бетонных работ, а также строительства каменно-набросной плотины.

Источник (Карьер/карьерная зона)	Планируемое использование	Подготовка/меры по приведению в соответствие со спецификациями
Карьер № 15	Тело плотины, материал для аллювиальной призмы, бетонные работы	Удаление материалов > 700 мм, что представляет около 2-3% (для аллювиальной призмы)
Лабидора	Переходные слои плотины	Удаление валунов > 100 мм, что представляют около 13 - 16 % (для переходов)
Карьер № 17	Суглинистые материалы ядра	Снизить влажность до 10-12 % Удалить материалы > 200мм Увеличить мелкозернистое содержание
Карьер 26 А и В	Материалы каменной наброски призмы плотины	Необходимо провести испытания для точного определения физических и механических свойств.



Работы на поверхности – Производство ОВБ

- На дробильно-сортировочных комплексах установлено **очень старое оборудование**, которое будет часто выходить из строя и, как следствие, ограничит объем производства на бетоносмесительной установке.
- Оборудование может использоваться для работ, которые **не имеют решающего значения**.
- Необходимо оценить потребность в бетоне и провести на этом основании **полную проверку производственных мощностей**.



Работы на поверхности – Конвейерная ленточная система

- Конвейерная ленточная система, концепция которой была разработана в 1986 г., представляет собой конвейер протяженностью **4,3 км на открытом пространстве и 2,1 км в тоннеле** (конвейер шириной 2 м можно использовать для транспортировки облицовочных материалов размером не более 400 мм).
- **Дробильная установка** уже давно заброшена.
- **Некоторые участки** ленточного конвейера засыпаны землей, а некоторые остатки стальной конструкции не подлежат повторному использованию.
- Необходимо проверить состояние **крепей имеющих тоннелей** и **проложить еще 1,1 км тоннелей**.
- **Необходимо восстановить** дороги, идущие вдоль наземной части **ленточного конвейера**.
- Если рассматривать существующую конвейерную ленточную систему:
 - Восстановление остатков существующего оборудования **не выгодно с экономической точки зрения**
 - С момента проектирования конвейерной системы **более 30 лет назад** конвейерные технологии были значительно усовершенствованы, включая **повышение эффективности** электромеханических частей и **ленты**.



Работы на поверхности – Строительные площадки

- 5 строительных площадок
- Цех по сборке стальных конструкций + Цех по предварительной сборке спиральных камер

Работы на поверхности – Оборудование на участке

- Происхождение оборудования:
 - **Проект Нурекской плотины (1980-е гг.):** в самом начале работ
 - **Оборудование поставлено:** для установки на строительной площадке и на объектах капитального строительства в машинном зале для агрегатов 5 и 6.
- Состояние оборудования:
 - Оборудование **Генерального подрядчика** «РогунГЭСстрой»: новое и в хорошем состоянии (больше приспособлено для земляных работ, чем для тоннельных)
 - Оборудование **Субподрядчиков:** в основном не новое.
- Предстоящие работы:
 - **Надежность и эффективность** оборудования имеет первостепенное значение
 - Старое оборудование можно использовать на стадии предконтрактной подготовки, но не для работ, имеющих важное значение.



Работы на поверхности – Общее состояние инфраструктуры

– Вахтовые поселки:

- Для работы будут привлекаться жители **города Рогун** и близлежащих кишлаков
- Предполагается, что потребность в строительстве вахтовых поселков будет ограничена

– Временное жилье/другие необходимые учреждения

- Построены и **функционируют** ресторан, клиника/пункт оказания первой помощи, гостиница/гостевой комплекс
- До августа 2012 г. соответствующие услуги могли получить вплоть до **8500 рабочих**
- В городе Рогун и поселке Обигарм имеется вся необходимая инфраструктура для обслуживания рабочих, включая магазины, мини-маркеты, столовые, школы, больницы с современным оборудованием, пункты оказания первой помощи и санаторий.
- Некоторые объекты инфраструктуры нуждаются в **ремонте**
- Более того, этой инфраструктуры **недостаточно для завершения всех работ по проекту.**

– Оборудование для функционирования вахтовых поселков/ЖКХ

- По словам Клиента, вся необходимая инфраструктура (водоочистные сооружения, системы подачи питьевой воды, дренажные системы и объекты энергоснабжения) **по большей части построена и в настоящее время используется.**
- **Станции очистки сточных вод** (БИО 4200 и БИО 700) установлены
- В ходе своего визита представители Консультанта не обнаружили дренажной системы.



Полученные результаты: Работы на поверхности

Предмет изучения	Оценка
Подъездные дороги и транспортные тоннели	Требуется проведение работ по ремонту/техническому обслуживанию Имеет ключевое значение для выполнения такого проекта
Карьеры	Для обеспечения соответствия спецификациям необходимо подготовить карьеры к использованию и провести соответствующие испытания
Производство обычного вибробетона (ОВБ)	Необходимо оценить потребность в бетоне и провести на этом основании полную проверку производственных мощностей
Ленточный конвейер	Восстановление остатков существующего оборудования не выгодно с экономической точки зрения Нужны новые конвейерные ленты
Строительные площадки	Было выявлено 5 строительных площадок
Оборудование на строительных площадках	Старое оборудование: подходит только для предконтрактной стадии
Общее состояние инфраструктуры	Вахтовые поселки: предполагается , что потребность в строительстве вахтовых поселков будет ограничена Временное жилье/другие необходимые учреждения: требуется ремонт и строительство дополнительных объектов инфраструктуры

• ОТЧЕТ ПО ФАЗЕ I № 002378 RP. 39, ред. С – Резюме

Подземные сооружения – Подход к оценке

– Исходные данные для оценки

- Проверки на объекте 
- Полевые исследования 
- Структурный анализ 

– Вычислительные модели для тоннелей и комплекса машинного и трансформаторного залов

- Разработка двухмерных (2D) моделей для строительных тоннелей
- Критический анализ трехмерной (3D) модели, созданной московским институтом «Гидропроект»
- Разработка 2D модели для выработок машинного и трансформаторного залов с целью имитационного моделирования экскавационных работ
- Предложение мер по укреплению тоннелей и выработок комплекса машинного и трансформаторного залов

– Применимые международные стандарты

- Еврокод: EC2, EC3, EC8
- Российские стандарты: **используются исключительно для сравнения коэффициентов сочетания нагрузок.**

– Расходы

- Оценка расходов, связанных с предлагаемыми мерами по устранению недостатков, включена в Экономический анализ для Фазы II.



Проверки на объекте

– Проводились с июня 2011 г. по июнь 2013 г.

- Проверки на объекте охватывали:

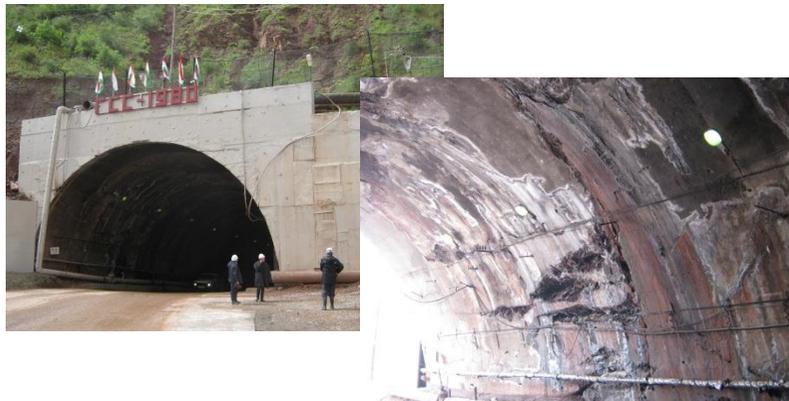
- Транспортные тоннели T3, T3', T37, T4, T2, T8, T6
- Строительные тоннели
- Кабельные тоннели
- Галереи для гидравлической завесы на левом берегу и правом берегу и объединенная галерея на левом и правом берегу
- Основные подходные штольни
- Машинный зал
- Трансформаторный зал

- Результаты обобщены в следующих документах:

- Протоколы выявленных повреждений
- Коллекция изображений и фотографий, сделанных во время проверок



[Приложение 06 к отчету № RP. 39](#)



Adit to P3

Adit to P3

Id Datum Chainage From: date

Chainage To:

Damages:

This is the connection between the Drainage gallery to the P3 tunnel. Along this stretch the tunnel have to be lined, only temporary supports have been placed. The adit is 5m large and 10m high. Rock bolts with pattern 3 x 3 m are installed.

Проверки на объекте

– Проводились с июня 2011 г. по июнь 2013 г.

- **Протоколы выявленных повреждений в % поверхности**

- Для ряда тоннелей было проведено специальное исследование повреждений
- Повреждения были распределены по различным классам
- Тоннели были поделены на участки определенной длины, и для каждого участка повреждения фиксировались в виде процентного отношения к поверхности этого участка тоннеля.

Приложение 08 к отчету № RP. 39



DAMAGES SURVEY LIST								
LEGEND :								
D1 : No Connection between Sidewll and Invert								
D2 : Lining deterioration (honey comb) and damages								
D3 : Lining weakening due to physical and chemical processes								
D4 : Water Seepages								
D5 : Steel bars exposed for Concrete cover damages								
NAME	FROM Chainage	TO Chainage	D1 %	D2 %	D3 %	D4 n°	D5 %	
Stage 1 Power Tunnel	1+50	1+70	0	0	0	0	0	
	FROM	TO	D1	D2	D3	D4	D5	
Stage 1 Power Tunnel	1+70	1+90	0	0	0	0	0	
	FROM	TO	D1	D2	D3	D4	D5	
Stage 1 Power Tunnel	1+90	2+10	0	0	0	0	0	
	FROM	TO	D1	D2	D3	D4	D5	
Stage 1 Power Tunnel	2+10	2+30	0	0	0	0	0	
	FROM	TO	D1	D2	D3	D4	D5	
Stage 1 Power Tunnel	2+30	2+50	0	5	0	0	0	

Полевые исследования

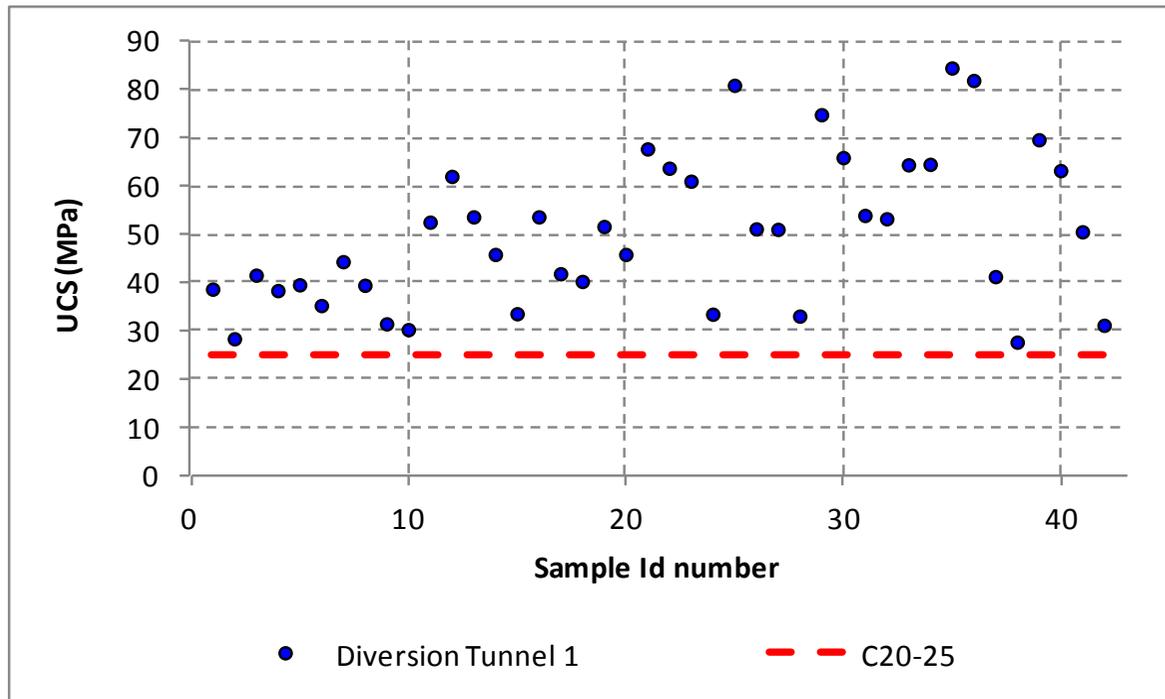
Часть А Приложения 07 к отчету № RP. 39



– Испытание на одноосное сжатие образцов бетона

• Проводилось для:

- Строительные тоннели 1 и 2
- Временные подводящие тоннели
- Транспортные тоннели Т3 и Т4
- Машинный зал



Взяты пробы



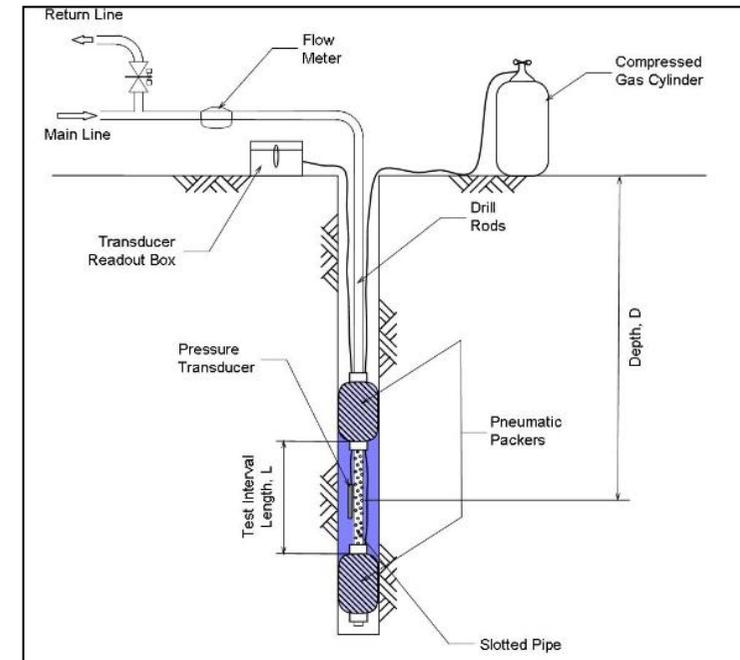
Лабораторные испытания образцов



Полевые исследования: Испытание по методу Лужеона

– ОБЩЕЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ МЕТОДА ЛУЖЕОНА И ОПИСАНИЕ ПРОЦЕДУРЫ ИСПЫТАНИЯ

- **Автор:** Морис Лужеон (1933 г.)
- **Область применения:**
 - Испытание проводится с целью определения коэффициента проницаемости породы (параметр, определяющий степень легкости, с которой вода проникает в пористый подслон) и косвенной оценки эффективности цементации, выполненной ранее.
- **Шаги:**
 - Вода под постоянным давлением вводится в породу через целевидную трубу с пневматическими манжетами на концах.
 - Перед началом испытания определяется максимальное давление (P_{max}).
 - Испытание проводится в пять этапов, при этом для каждого этапа характерно определенное гидравлическое давление. В рамках отдельного этапа необходимо поддерживать постоянное гидравлическое давление в течение 10 минут, закачав при этом необходимое количество воды. На первом этапе гидравлическое давление минимальное, но с каждым последующим этапом давление повышается, пока не будет достигнуто P_{MAX} . После достижения P_{MAX} давление понижается в порядке следования аналогичным этапам, которые были пройдены при повышении давления. Эта процедура получила название «петля давления».
 - На каждом этапе испытания значения гидравлического давления (P) и скорости подачи воды (q) регистрируются каждую минуту. Затем средние значения P и q используются для вычисления коэффициента проницаемости для каждого этапа.



$$\text{Lugeon Value} = \alpha \times \frac{q}{L} \times \frac{P_0}{P}$$

Полевые исследования

– ИНТЕРПРЕТАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ:

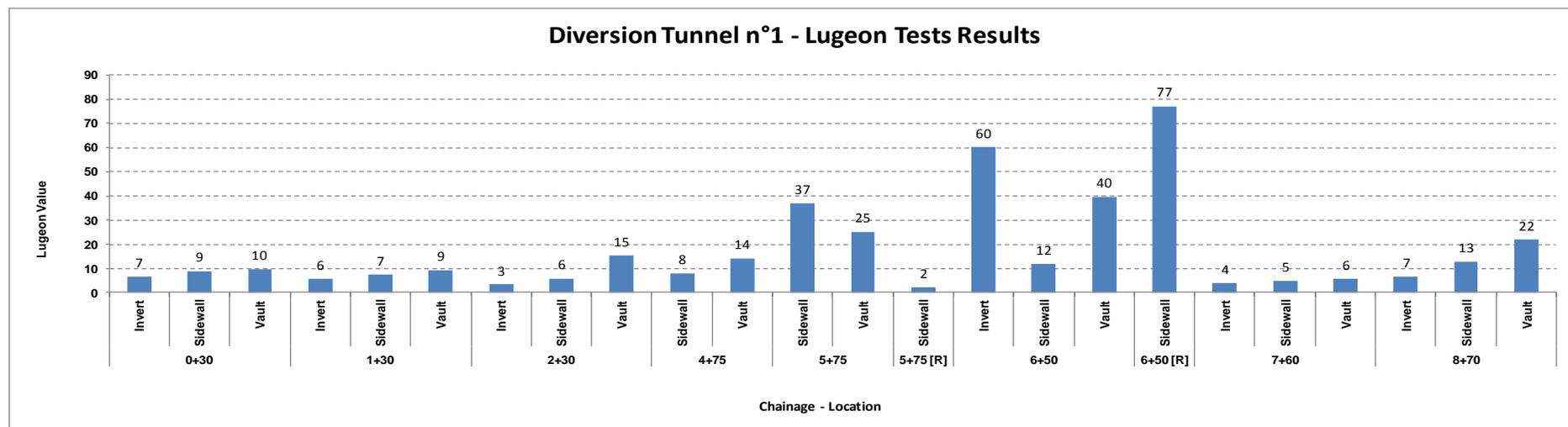
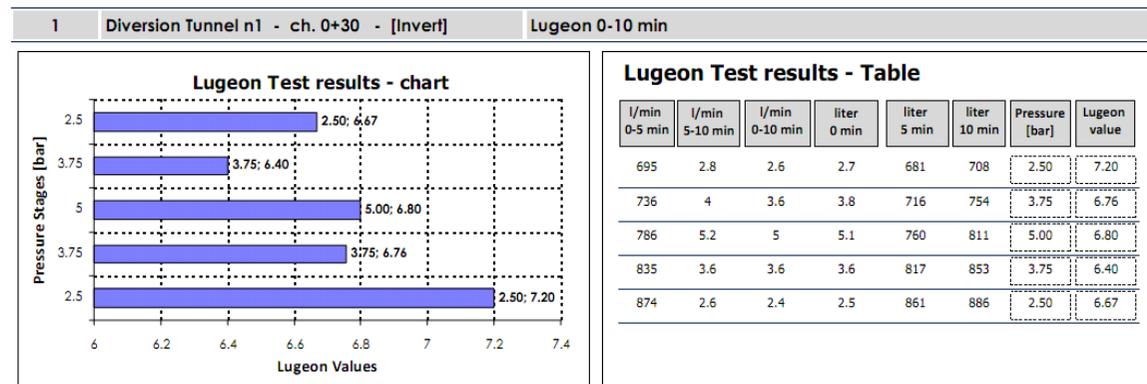
- Автор подхода к интерпретации результатов: Хоулсби (1976 г.)
- Используемый в настоящее время подход к интерпретации результатов испытания по методу Лужеона по большей части был заимствован из научного труда Хоулсби (1976 г.).
- Хоулсби предложил выбирать репрезентативные значения коэффициента проницаемости на основании тенденций, наблюдаемых при расчетах значений для различных этапов испытания (с использованием различного давления).
- Классификация тенденций (поведения воды)
 - Ламинарное течение
 - Турбулентное течение
 - Набухание породы
 - Размывание породы
 - Заполнение пустот

BEHAVIOR	PRESSURE STAGES	LUGEON PATTERN	DESCRIPTION	REPRESENTATIVE LUGEON VALUE
LAMINAR			All Lugeon values about equal regardless of the water pressure	Average of Lugeon values for all stages
TURBULENT			Lugeon values decrease as the water pressures increase. The minimum Lugeon value is observed at the stage with the maximum water pressure	Lugeon value corresponding to the highest water pressure (3 rd stage)
DILATION			Lugeon values vary proportionally to the water pressures. The maximum Lugeon value is observed at the stage with the maximum water pressure	Lowest Lugeon value recorded, corresponding either to low or medium water pressures (1 st , 2 nd , 4 th , 5 th stage)
WASH-OUT			Lugeon values increase as the test proceeds. Discontinuities' infillings are progressively washed-out by the water	Highest Lugeon value recorded (5 th stage)
VOID FILLING			Lugeon values decrease as the test proceeds. Either non-persistent discontinuities are progressively being filled or swelling is taking place	Final Lugeon value (5 th stage)

Полевые исследования

– ИСПЫТАНИЕ ПО МЕТОДУ ЛУЖЕОНА

- Проводилось для:
 - Строительные тоннели 1 и 2 для различных расстояний в 3-х положениях
 - Временный подводящий тоннель



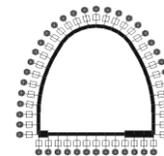
Структурный анализ

Приложение 09 к Отчету № RP. 39

– РАЗРАБОТКА ДВУХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ТОННЕЛЕЙ

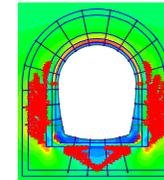
– Для оценки

- Двухмерные каркасно-балочные модели:
 - Тоннели
 - Нагрузка горных пород
 - 39 моделей – 6 сочетаний нагрузок для каждой



– Для предлагаемых Мер по устранению недостатков

- Двухмерные балочные модели взаимодействия «горные породы – конструкция»:
 - Строительные тоннели 1 и 2
 - Детализированные модели для участков тоннелей в наихудшем состоянии



– Для оценки Мер по устранению недостатков

- На основе результатов критического анализа, выполненного для строительных тоннелей на стадии оценки технической осуществимости проекта, программа мер по устранению недостатков была расширена на большинство постоянных тоннелей, а соответствующие расходы будут учитываться в ходе Экономического анализа Этапа II.

N°	FRAME	N°	FRAME
1	DG1-DG2_01_F2	17	T4_1_F2
2	DG1-DG2_02_F2	18	T4_2_F2
3	DG3-DG4_01_F2	19	T4_3_F2
4	DG3-DG4_02_F2	20	T4_5_F2
5	DT123_02_F2	21	T4_6_F2
6	DT123_2_DITCH_F2	22	T8_1_F2
7	DT123_3_F2	23	T8_1_PINNED_F2
8	DT123_5_F2	24	T8_2_F2
9	T2_1_F2	25	T37_2_F35_F2
10	T2_1P_F2	26	T37_2_F35_FIXED_F2
11	T3_1_F2	27	T37_2_K1KZ_F2
12	T3_1_FIXED_F2	28	T37_2_K1KZ_FIXED_F2
13	T3_2_F2		
14	T3P_5_F35_F2	29	DIV_SEC_01_K1_B170_INV_F2
15	T3P_6_F2	30	DIV_SEC_01_K1_B170_F2
16	T3P_6_FIXED_F2	31	DIV_SEC_01_K1_B350_F2
		32	DIV_SEC_01_K1_ROOF_F2
		33	DIV_SEC_01_K3_B170_F2
		34	DIV_SEC_01_K3_B170_INV_F2
		35	DIV_SEC_01_K3_B350_F2
		36	DIV_SEC_01_K3_ROOF_F2
		37	DIV_SEC_02_el_link_F2
		38	DIV_SEC_02_no_link_F2
		39	DIV_SEC_03_F2



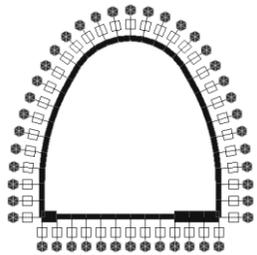
– РАЗРАБОТКА ДВУХМЕРНЫХ КАРКАСНЫХ МОДЕЛЕЙ – НАГРУЗКА ГОРНЫХ ПОРОД

Шаги по разработке двумерных балочных моделей:

- Определение каркасной геометрии (включая граничные условия);
- Свойства материалов;
- Характер нагрузок (нагрузка горных пород);
- Проверка по участкам при сложении напряжений сжатия и изгиба;
- Проверка по участкам при напряжении сдвига.

[Приложение 09 к Отчету № RP. 39](#) 

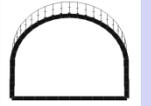
• Всего разработано 39 моделей

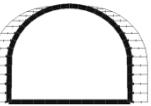


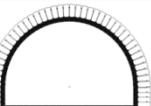
$$k = \frac{E}{R_{sq}} * \frac{1}{(1 + \nu)}$$

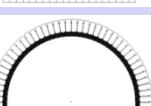
Проверка по участкам

Сочетания нагрузок

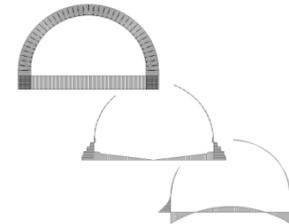
Вертикальная нагрузка горной породы 

Горизонтальная нагрузка горной породы 

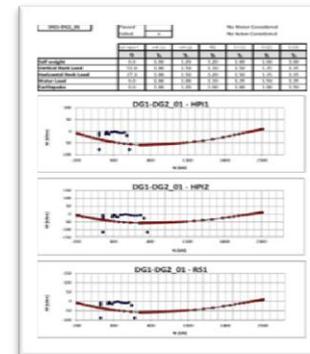
Гидростатическое давление 

Сейсмическая нагрузка 

Внутренние силы



Проверка по участкам



	HPI1	HPI2	RS1	EU1	EU2	EU3
						
Self Weight	1.00	1.20	1.20	1.00	1.00	1.00
Vertical Rock Load	1.00	1.50	1.10	1.50	1.35	1.35
Horizontal Rock Load	1.00	1.50	1.20	1.50	1.35	1.35
Water Load	1.00	1.00	1.10	1.35	1.50	1.35
Earthquake	1.00	1.20	1.00	1.00	1.00	1.50

Сравнение различных стандартов документально оформляется на этом этапе

ОТ ОЦЕНКИ К МЕРАМ ПО УСТРАНЕНИЮ НЕДОСТАТКОВ



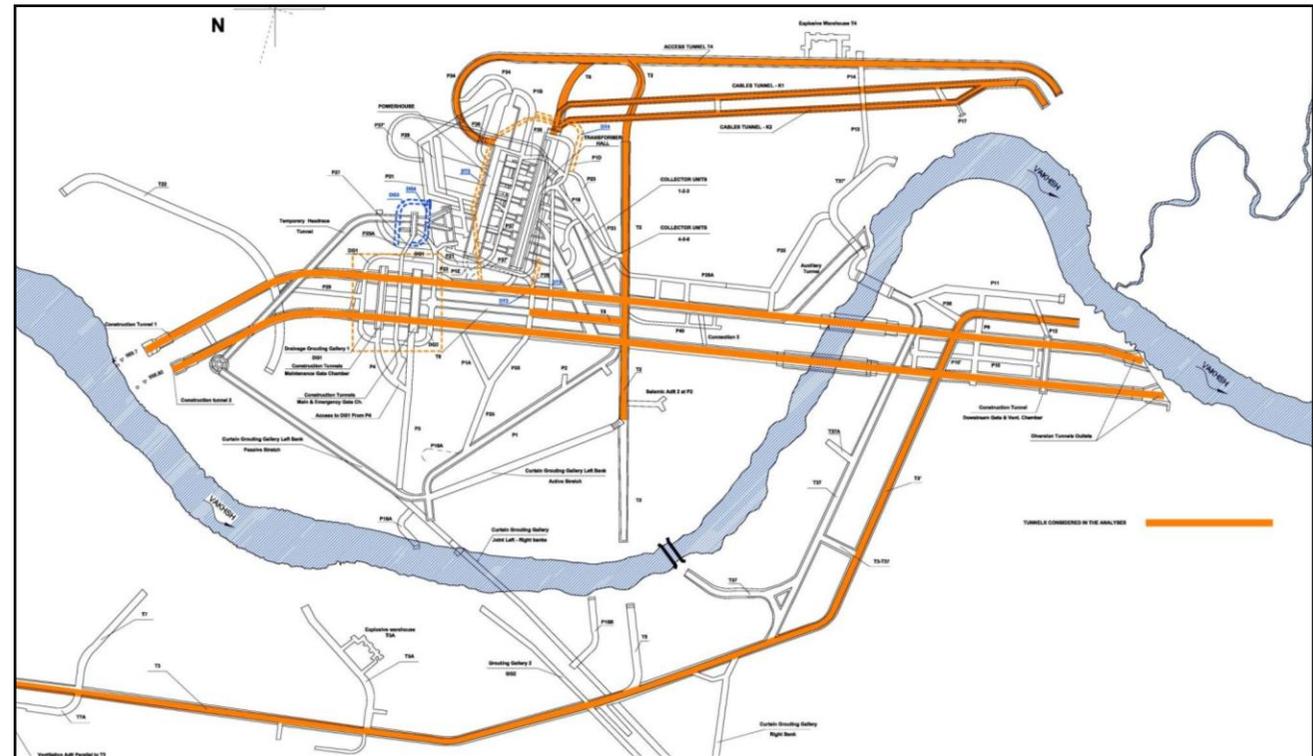
СООРУЖЕНИЯ, ТРЕБУЮЩИЕ РЕАЛИЗАЦИИ МЕР ПО УСТРАНЕНИЮ НЕДОСТАТКОВ

Большой объем работ

- Строительные тоннели 1 и 2
- Машинный и трансформаторный залы
- Подходной тоннель к машинному залу (Т-4)
- Постоянный подходной тоннель (Т-3')

Незначительные доработки

- Кабельные тоннели
- Дренажные штольни машинного зала
- Временные подходные тоннели (Т-3, Т-37 и Т-37')
- Подводящий тоннель для Фазы 1



– Оценка расходов на меры по устранению недостатков

- Общая сумма расходов на меры по устранению недостатков составляет около 1,5% совокупных расходов.



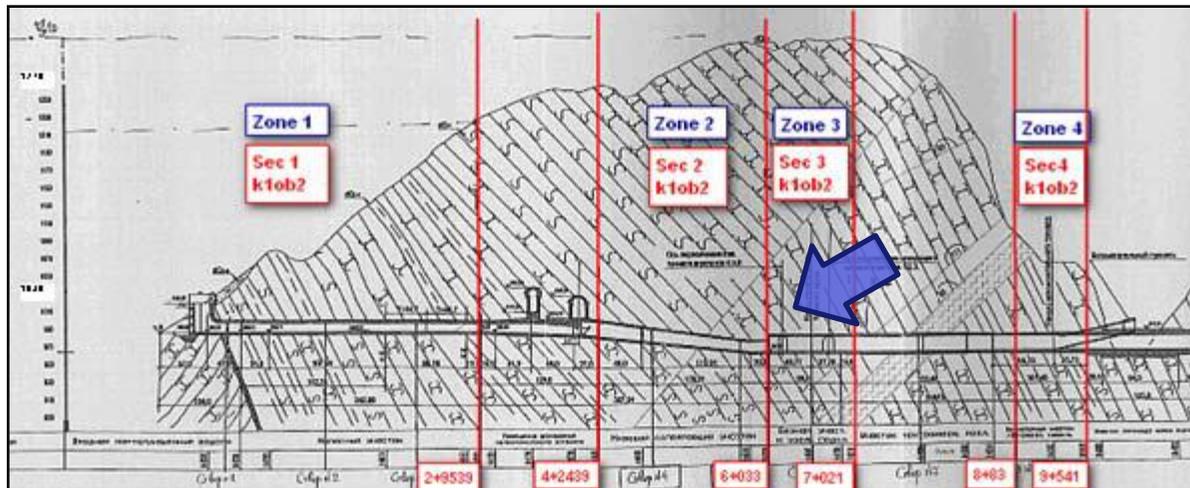
Меры по устранению недостатков для участка строительного тоннеля в наихудшем состоянии

– Разработка двумерной модели: Взаимодействие «грунт-конструкция»

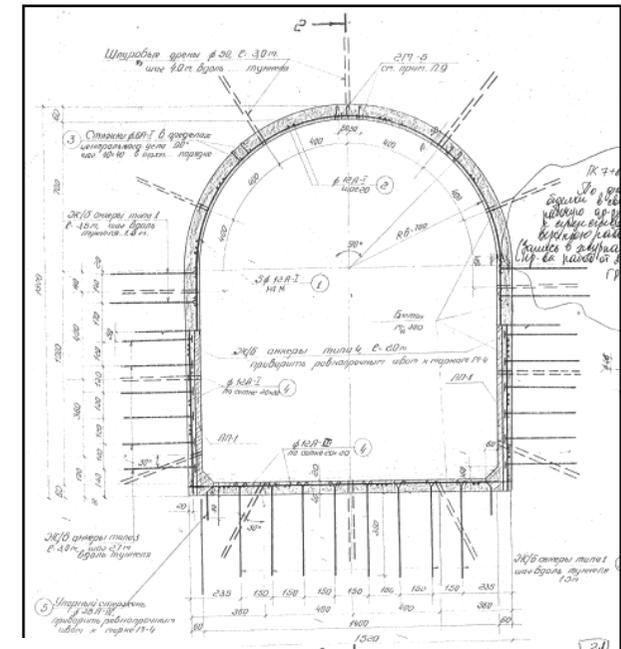
- Двухмерная модель: Взаимодействие «грунт-конструкция»:

- Поиск участка строительного тоннеля в наихудшем состоянии
- Выявление зоны пластичности возле крепи тоннеля
- Определение поведения существующих креплений посредством моделирования экскавационных работ и установки крепей
- Изучение поведения креплений в случае принятия предлагаемых мер по стабилизации.

УЧАСТОК ТОННЕЛЯ В НАИХУДШЕМ СОСТОЯНИИ



Участок в зоне 3



Меры по устранению недостатков для строительных тоннелей

– Разработка двухмерной модели: Взаимодействие «грунт-конструкция»

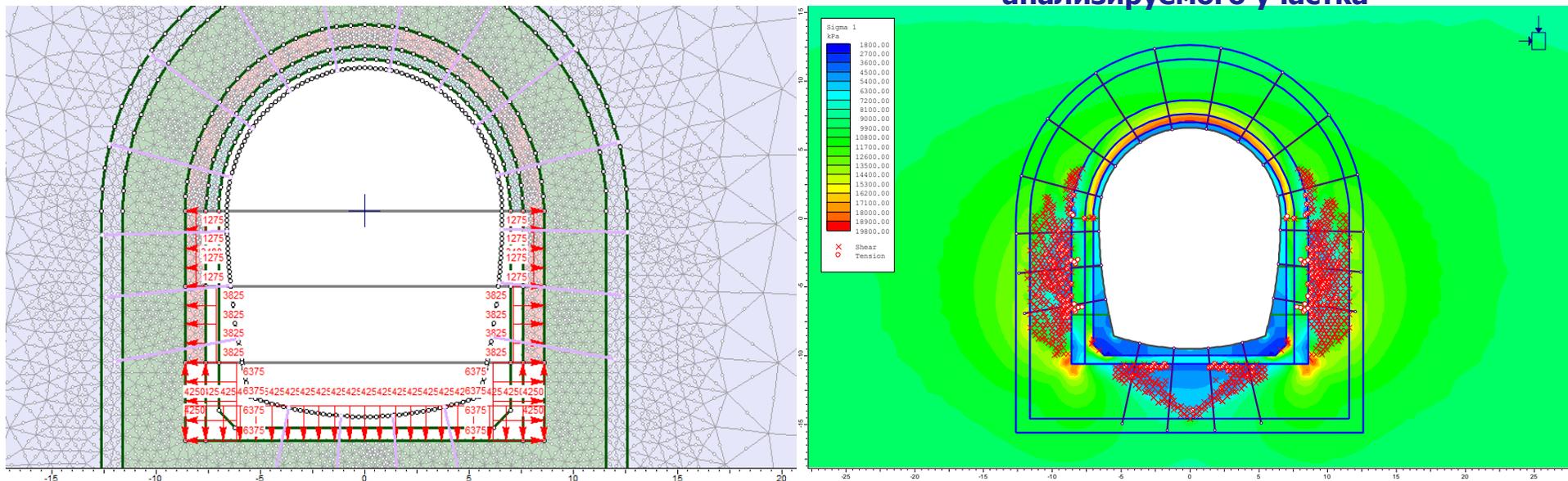
• Двухмерная модель: Взаимодействие «грунт-конструкция»:

Приложение 11 к Отчету № RP. 39

- Поиск участка тоннеля в наихудшем состоянии
- Выявление зоны пластичности возле крепи тоннеля
- **Определение поведения существующих креплений посредством моделирования экскавационных работ и установки крепей**
- Изучение поведения креплений в случае принятия предлагаемых мер по стабилизации.

Моделирование экскавационных работ и установки оригинальных крепей

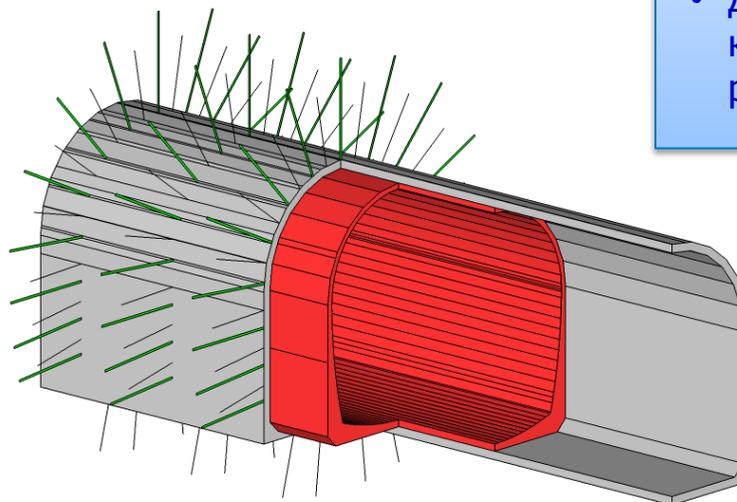
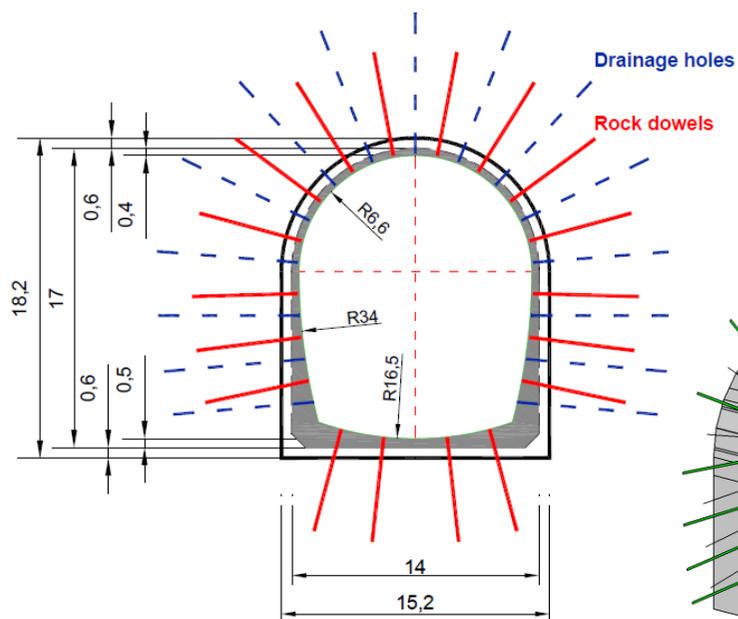
Моделирование предлагаемых мер по устранению недостатков для анализируемого участка



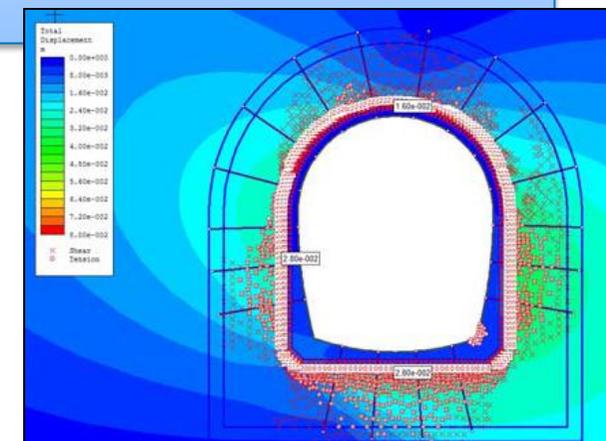
Меры по устранению недостатков для строительных тоннелей

– Разработка двухмерной модели: Взаимодействие «грунт-конструкция»

- Модель взаимодействия «грунт-конструкция» использовалась для проверки поведения креплений в случае принятия предлагаемых мер по устранению недостатков



- Дренажные скважины длиной 8 м
- Штыри длиной 6 м
- Дополнительные бетонные крепи со стальными решетчатыми балками



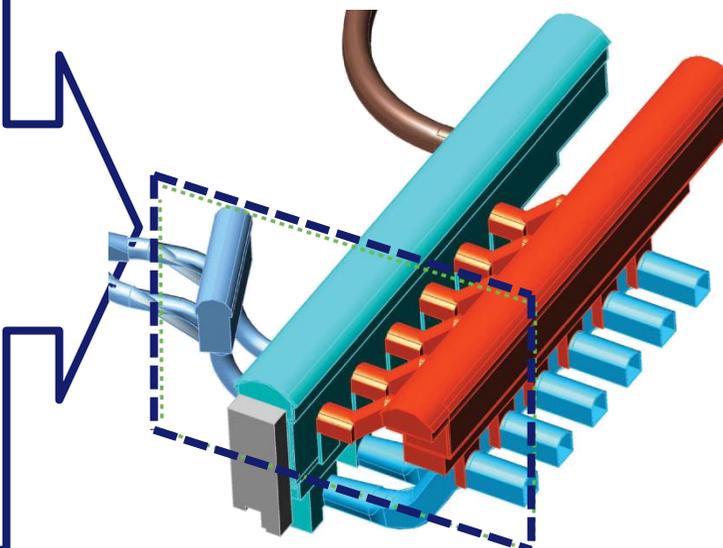
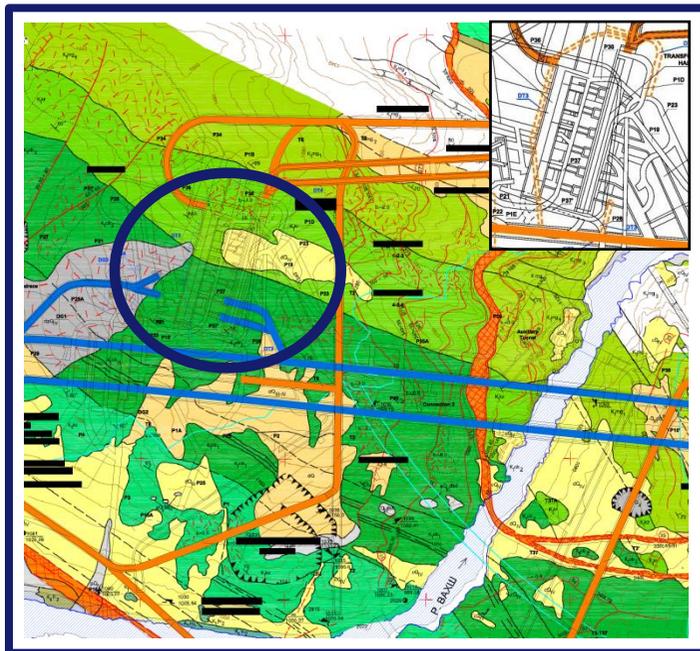
Полученные результаты: Тоннели

Предмет изучения	Оценка	Рекомендации
Транспортные тоннели	<p>Не отвечают техническим требованиям в отношении безопасности и эксплуатационной надежности, предусмотренным признанными на международном уровне стандартами и критериями проектирования. Системы крепей постоянных тоннелей должны быть укреплены.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Необходимы меры по укреплению. • Нужно провести дополнительные анализы на последующей стадии детального проектирования с целью определения соответствующих мер по укреплению различных конструкций тоннелей. В контексте настоящего исследования были получены приемлемые результаты оценки объема работ по восстановлению различных тоннелей и сопутствующих расходов.
Дренажные штольни		
Строительные тоннели		

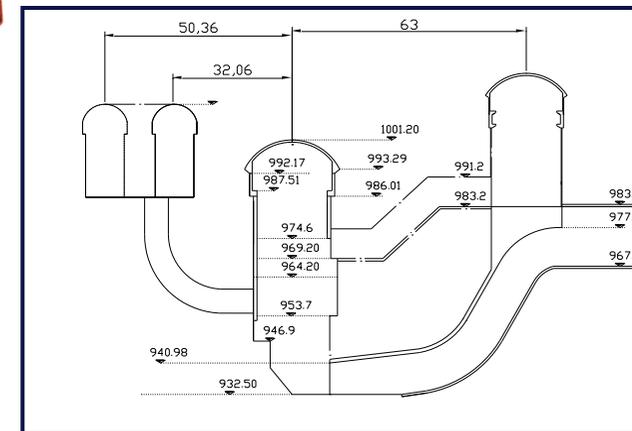
Машинный и трансформаторный залы

– РАЗРАБОТКА НОВОЙ ДВУХМЕРНОЙ МОДЕЛИ

Выбор профиля в разрезе

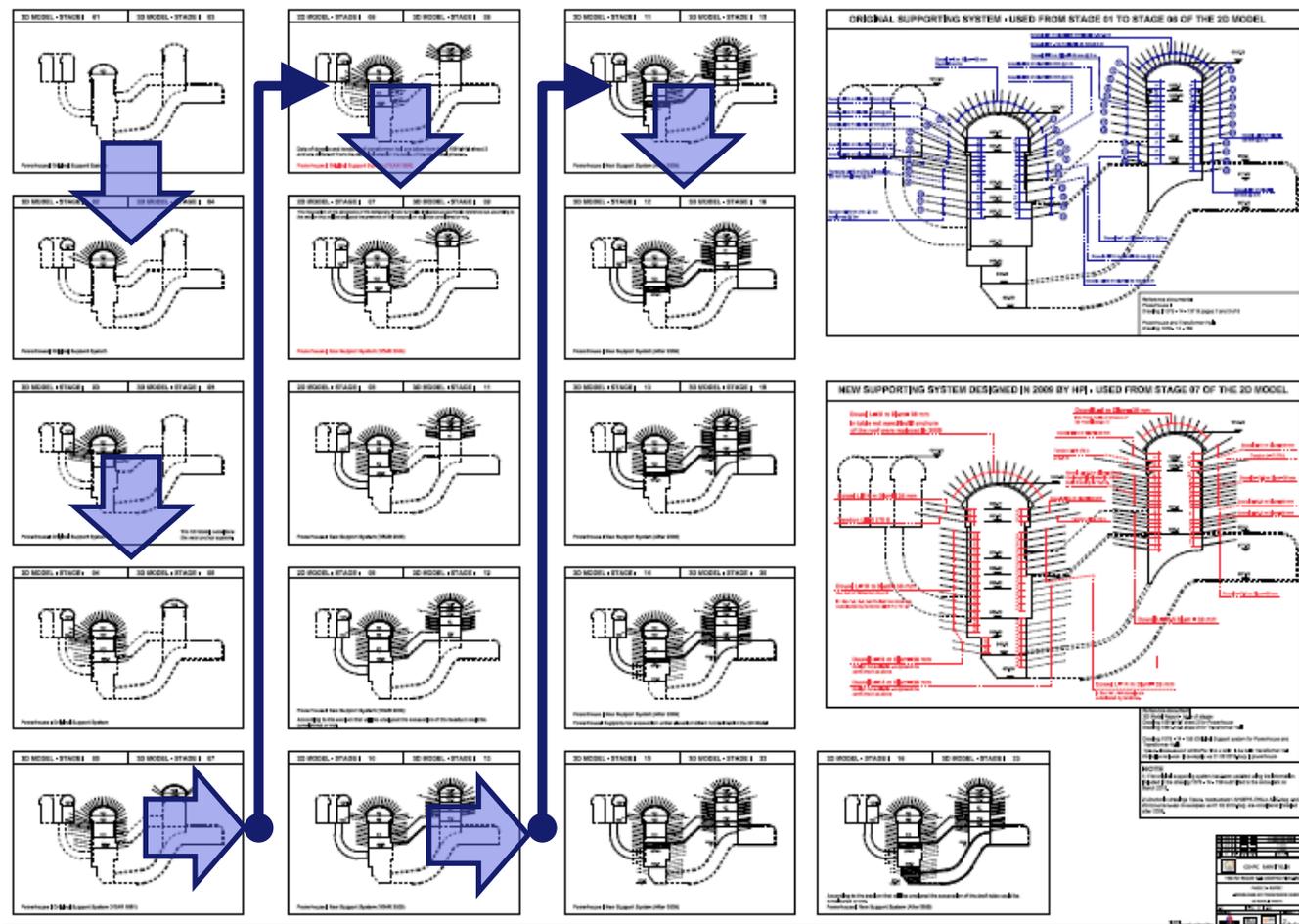


Двухмерная модель, позволяющая рассмотреть стадии проведения экскавационных работ и установки системы крепей



Машинный и трансформаторный залы

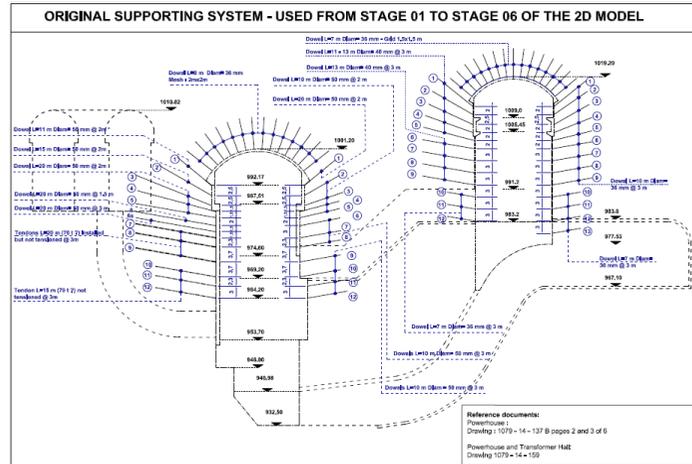
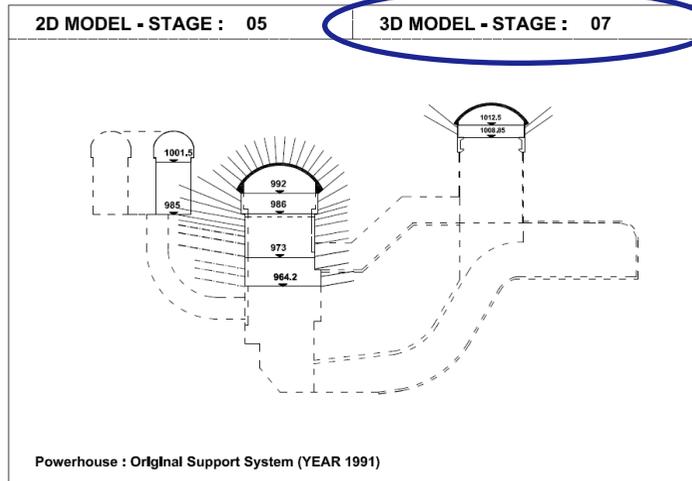
– РАЗРАБОТКА НОВОЙ ДВУХМЕРНОЙ МОДЕЛИ



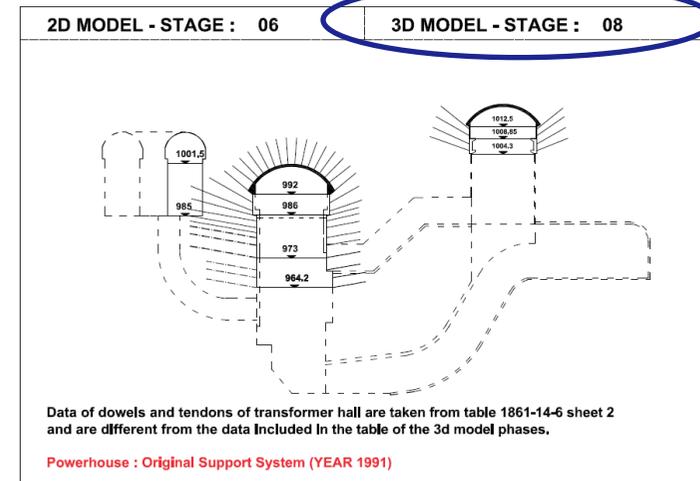
Разработка
детализированной
двухмерной
модели для
имитационного
моделирования
экскавационных
работ и системы
крепей,
установленной в
прошлом.

Машинный и трансформаторный залы

– РАЗРАБОТКА НОВОЙ ДВУХМЕРНОЙ МОДЕЛИ – Новая система крепей (после 2009 г.)

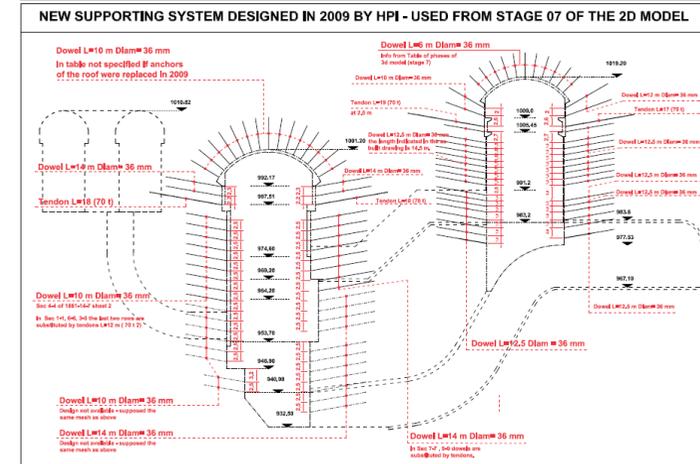


От
первоначал
ьной к
новой
системе
крепей



Data of dowels and tendons of transformer hall are taken from table 1861-14-6 sheet 2 and are different from the data Included In the table of the 3d model phases,

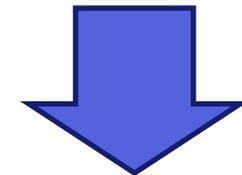
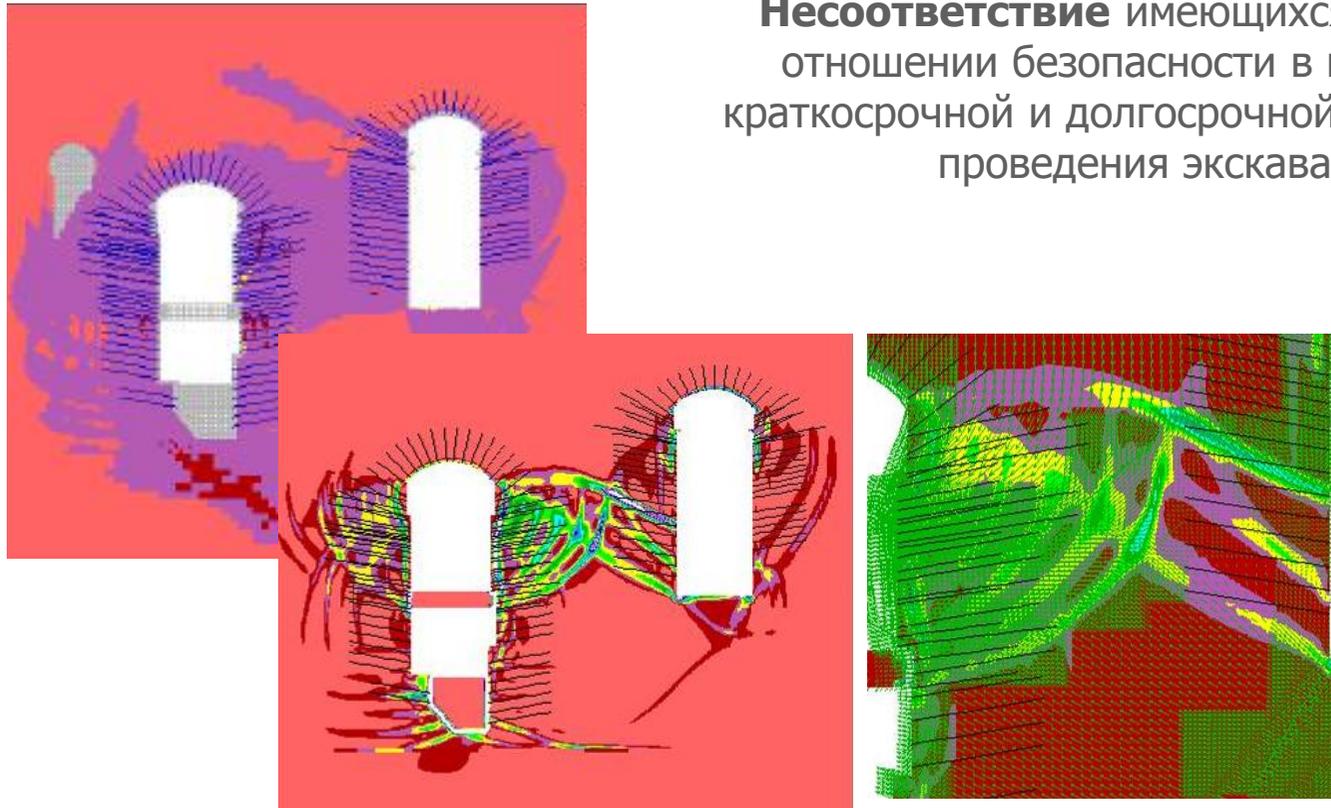
Powerhouse : Original Support System (YEAR 1991)



Результаты двумерного моделирования машинного и трансформаторного залов

Ситуация на сегодняшний день

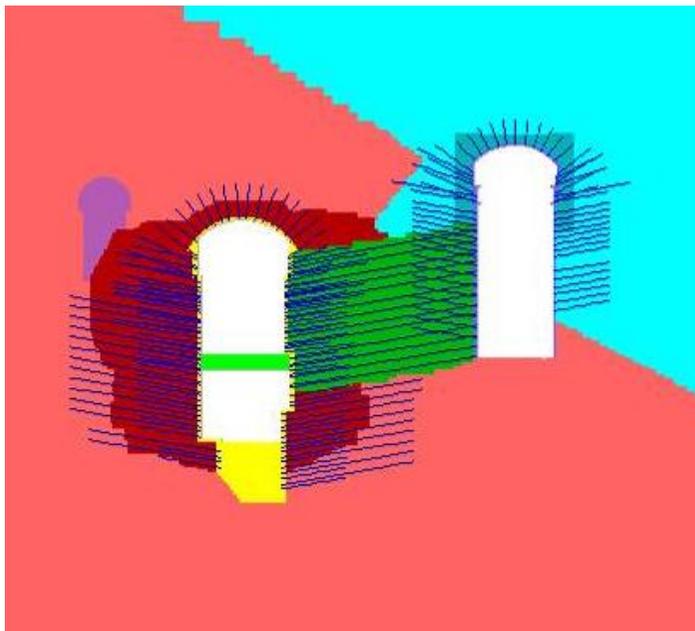
Несоответствие имеющихся крепей требованиям в отношении безопасности в контексте обеспечения краткосрочной и долгосрочной устойчивости в условиях проведения экскавационных работ



**НЕЛЬЗЯ
ОБОЙТИСЬ
БЕЗ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ
СИСТЕМЫ КРЕПЕЙ**

Результаты двухмерного моделирования машинного и трансформаторного залов

Поиск возможных мер по устранению недостатков и предварительная оценка поведения крепей после внедрения таких мер



- Установка дополнительных элементов напрягаемой арматуры
- Мультипакерная система труб с муфтовыми соединениями в опорах между машинным и трансформаторным залом
- Внедрение соответствующей Системы мониторинга

• Результаты моделирования свидетельствуют о том, что эти **меры по укреплению и стабилизации** позволят добиться **более оптимального распределения** нагрузки в опорах между двумя выработками.

• Также следует отметить **уменьшение** расчетного приращения величины конвергенции по отношению к прогнозируемой величине с учетом укрепления, предусмотренного текущим дизайном.

• Полученные результаты: Машинный и трансформаторный залы

Предмет изучения	Оценка	Рекомендации
<p>Комплекс машинного и трансформаторного залов</p>	<p>Результаты распределения деформаций указывают на критические условия устойчивости в комплексе выработки. Для обеспечения безопасности дальнейших работ по углублению выработки машинного зала необходимо принять меры по дополнительному укреплению и стабилизации.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Необходимы меры по укреплению • Нужно в обязательном порядке внедрить Систему мониторинга • Анализы подтверждают, что предлагаемый комплекс мер по стабилизации позволит повысить уровень устойчивости в выработках и, как следствие, достичь полного соответствия качества работ требуемым критериям безопасности и эксплуатационной надежности после завершения детального проектирования и доработок.

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

ПРОВЕРКИ НА ОБЪЕКТЕ:

В ходе посещения объекта был произведен осмотр имеющихся компонентов турбин и генераторов, которые хранятся в районе **Иляк** и в городе **Рогун**. Целью инспекции являлась проверка состояния имеющихся в наличии компонентов оборудования и их маркировочных знаков.

Оборудование для выработки
электроэнергии

Компоненты турбин

Гидравлические стальные конструкции

Была произведена оценка условий хранения каждого компонента и определен объем работ по техническому обслуживанию и ремонту для приведения оборудования в рабочее состояние.



ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Примеры Таблиц, включенных в Отчет по Фазе 1

Main Item	Available	
	Unit 1	Unit 2
Spiral case and stay ring (both available for three units plus some additional part of stay ring)	Yes	Yes
Draft tube cone (available for all the six units)	Yes	Yes
Draft tube elbow (not clear if available for three or six units)	Yes	Yes
Head cover	Yes	Yes
Bottom cover	Yes	Yes
Runner	Yes	Yes
Guide vanes and servomotors	Yes	Yes
Ring gate and servomotors	Yes	Yes
Turbine Shaft	Yes	Yes

Примеры Таблиц с перечнями компонентов имеющегося на объекте оборудования и соответствующих ремонтных работ, необходимых для приведение оборудования в рабочее состояние.

	N.	Part	Q'ty	Place	Repairs
	Turbine				
	1	Lining of draft tube elbow M1-M10	1	Rogun Quarry 15 (RQ 15)	anticorrosion
	2	Lining of draft tube cone M2-M6	1	Ilyak	anticorrosion
	3	Turbine stay ring M4-M9	1	Ilyak	anticorrosion
	4	Spiral case M24-M46	1	Ilyak	anticorrosion
	5	Accessories M3;M7;M10;M14;M15;M48;M50-M52			Revision, finishing, anticorrosion
	6	Turbine shaft M70	1	Ilyak	Technical inspection
	7	Runner M 69 (weight 78 t) (carbon steel)	1	Ilyak	revision
	8	Turbine head cover M18 –M21	1	Ilyak	anticorrosion
	9	Guide vanes M27 –M50	1	Ilyak	anticorrosion

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СТАЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Полученные результаты

Предмет изучения	Оценка	Рекомендации
<ul style="list-style-type: none"> ● Оборудование для выработки электроэнергии ● Компоненты турбин ● Гидравлические стальные конструкции 	<p>Проверки на объекте проводились с целью регистрации текущего состояния имеющегося электромеханического оборудования и гидравлических стальных конструкций, установленных или просто хранящихся на объекте.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Таблицы с указанием необходимых ремонтных работ включены в Отчет по Фазе 1. ● Расходы на восстановление будут учтены в рамках Экономического анализа для Отчета по Фазе II



• Заключение

– Подземные сооружения

- Качество сооружений варьирует от:
 - **приемлемого** (напр., выработки проходов к подводным тоннелям...); **до**
 - **требуемого незначительных доработок** (напр., транспортные тоннели, дренажные штольни...); **или**
 - **требуемого обязательных и сложных мер по устранению недостатков** (напр., постоянные транспортные тоннели, строительные тоннели, а также машинный и трансформаторный залы).
- В первую очередь меры по устранению недостатков должны быть реализованы для **строительных тоннелей и машинного/трансформаторного зала**, поскольку:
 - **Строительные тоннели:** ожидается, что они первыми будут введены в эксплуатацию и, согласно окончательной схеме гидроэлектростанции, они будут использоваться в качестве отводящих тоннелей.
 - **Комплекс машинного и трансформаторного залов:** степень наблюдаемой деформации и результаты двухмерного моделирования свидетельствуют о несоответствии требованиям в отношении безопасности в контексте обеспечения краткосрочной и долгосрочной устойчивости в условиях проведения экскавационных работ.
 - **Меры по устранению недостатков, предлагаемые для тоннелей**, вполне осуществимы с технической точки зрения, и соответствующие критерии проектирования представлены с целью уточнения таких мер в рамках подготовки окончательного варианта проекта, что позволит обеспечить соответствие международным стандартам;
 - Результаты двухмерного моделирования выработок машинного и трансформаторного залов подтверждают, что предлагаемый комплекс мер по стабилизации позволит повысить уровень устойчивости в системе. Проведенное Исследование **представляет собой логичный ориентир для окончательной детальной разработки** мер по стабилизации с целью приведения сооружений в соответствие с признанными на международном уровне стандартами и требованиями к безопасности;
 - Расходы на доработку и устранение недостатков рассчитываются и будут включены в экономический анализ.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

