



Горный институт

Уральского отделения
Российской академии наук

**ВЫДЕЛЕНИЕ ЗОН НАРУШЕННОСТИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ
ИССЛЕДОВАНИЙ ДЕФОРМАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПОРОД
В ЦЕЛИКАХ РУДНИКА ГРЕМЯЧИНСКОГО ГОКА**

Подготовил: младший научный
сотрудник
Поспелов Д.А.

Екатеринбург, 2025

Актуальность работы

В практике подземной разработки соляных месторождений основным из условий безопасности является обеспечение сохранности водозащитной толщи, предохраняющей выработанные пространства от прорыва пресных вод и рассолов из вышележащих водоносных горизонтов, нарушение сплошности которой может привести к затоплению подземных горных выработок и образованию провалов на дневной поверхности. Данная проблема особенно актуальна для рудника Гремячинского ГОКа, на котором применяется камерная система разработки с поддержанием вышележащей толщи на междукамерных и барьерных целиках. Имеющийся опыт разработки показывает, что во времени происходит деформирование краевых частей целиков с переходом приконтурных пород в запредельное состояние с образованием зон нарушенности. В связи с этим выделение зон нарушенности в целиках является актуальной темой.

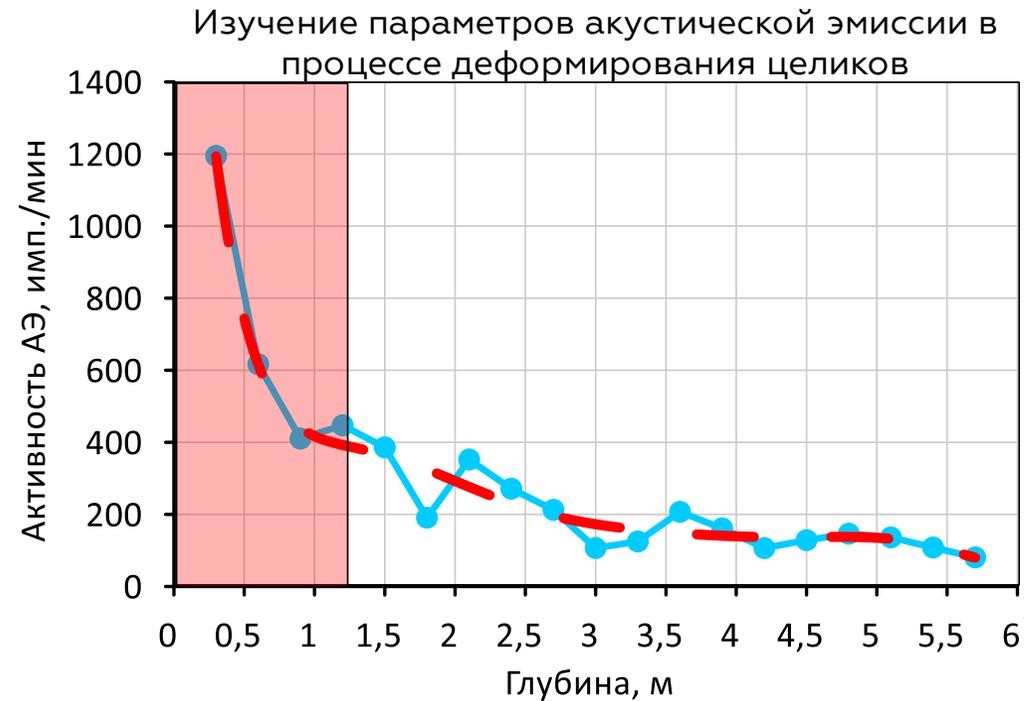
Цель

Выделение и оценка зон нарушенности в целиках рудника Гремячинского ГОКа.

Задачи работы

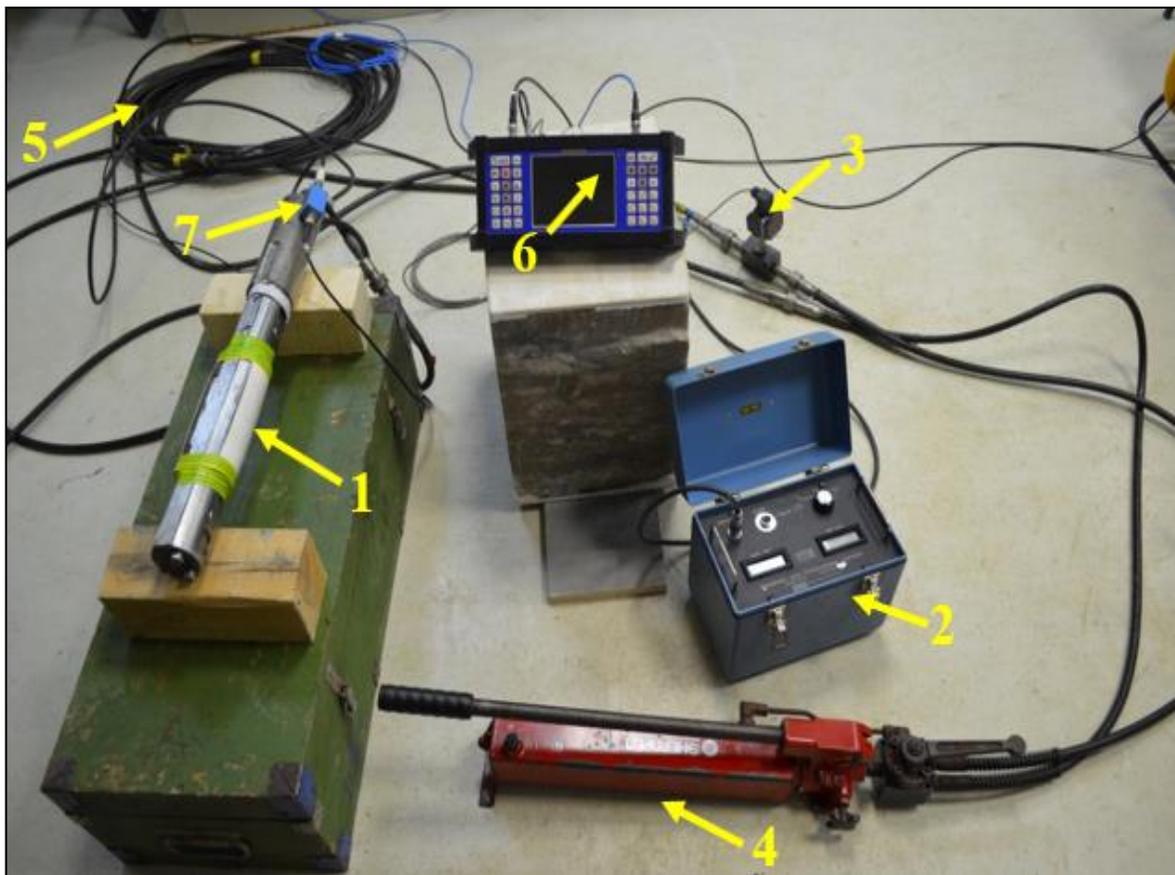
1. Проведение измерений деформационных свойств соляных пород, слагающих барьерные и междукамерные целики, при помощи скважинного гидродомкрата конструкции Гудмана.
2. Проведение телеинспекции скважин, пробуренных в целиках.
3. Анализ характера разрушения горных пород и размеров зон нарушенности.

Оценка зон нарушенности



 – Зона нарушенности

Оборудование, применяемое при проведении исследований



Скважинный комплекс для измерений в массиве горных пород: 1 – гидродомкрат Гудмана; 2 – индикатор деформации; 3 – электронный манометр; 4 – гидравлический насос; 5 – высоконапорные рукава; 6 – прибор регистрации АЭ; 7 – предусилитель сигналов АЭ



Система видеонаблюдения Wohler VIS 700 HD: 1 – монитор; 2 – головка камеры; 3 – нижняя часть корпуса с катушкой гибкого кабеля (внутри)

Методика оценки модуля деформации пород с использованием скважинного гидродомкрата

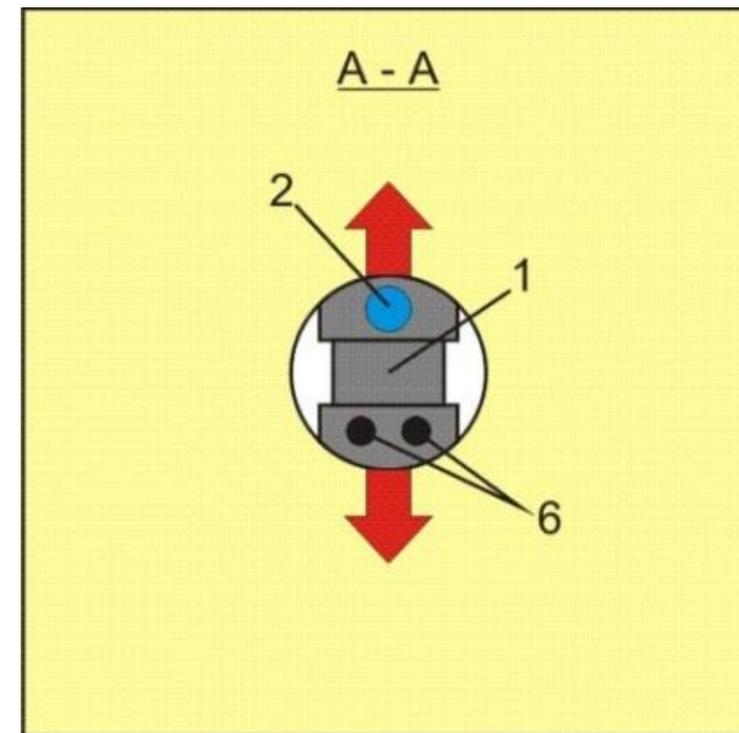
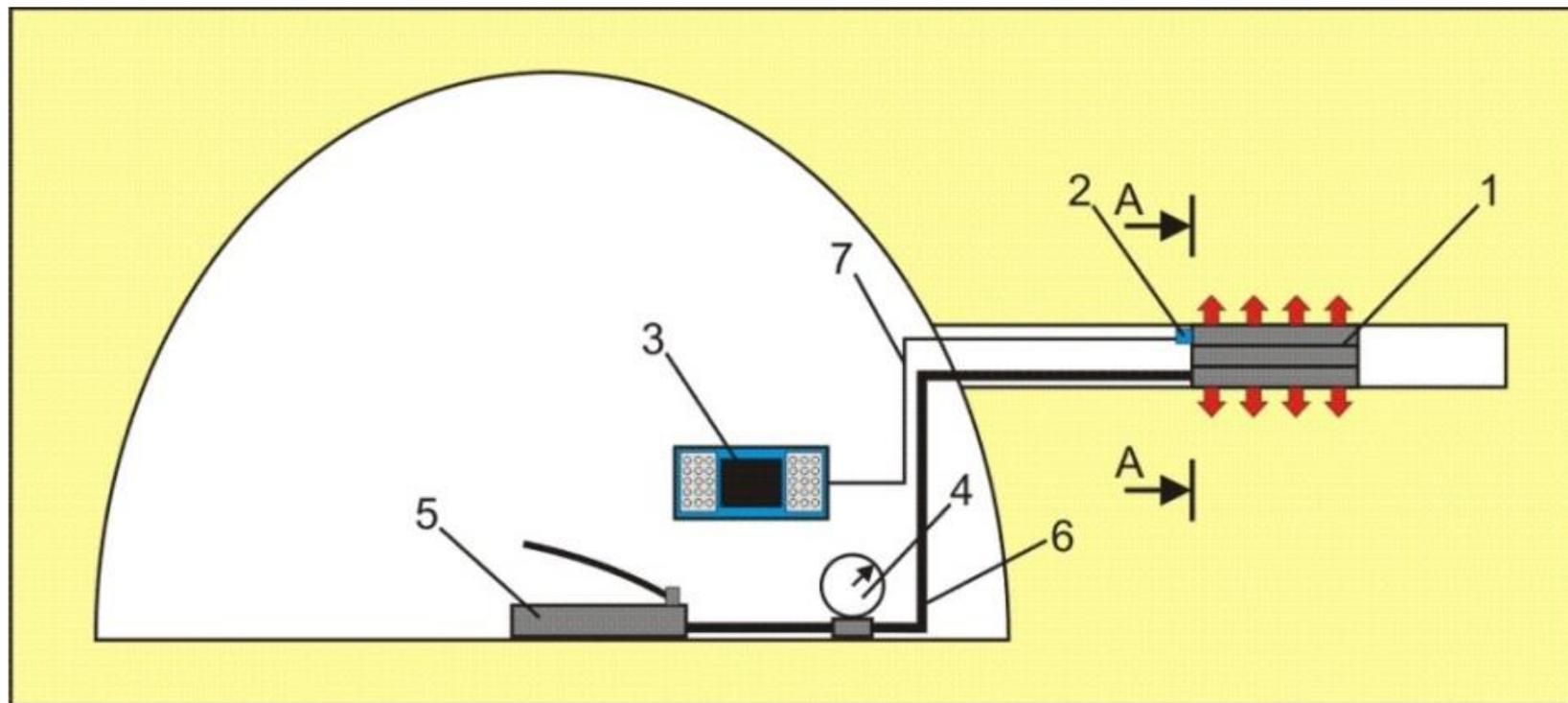
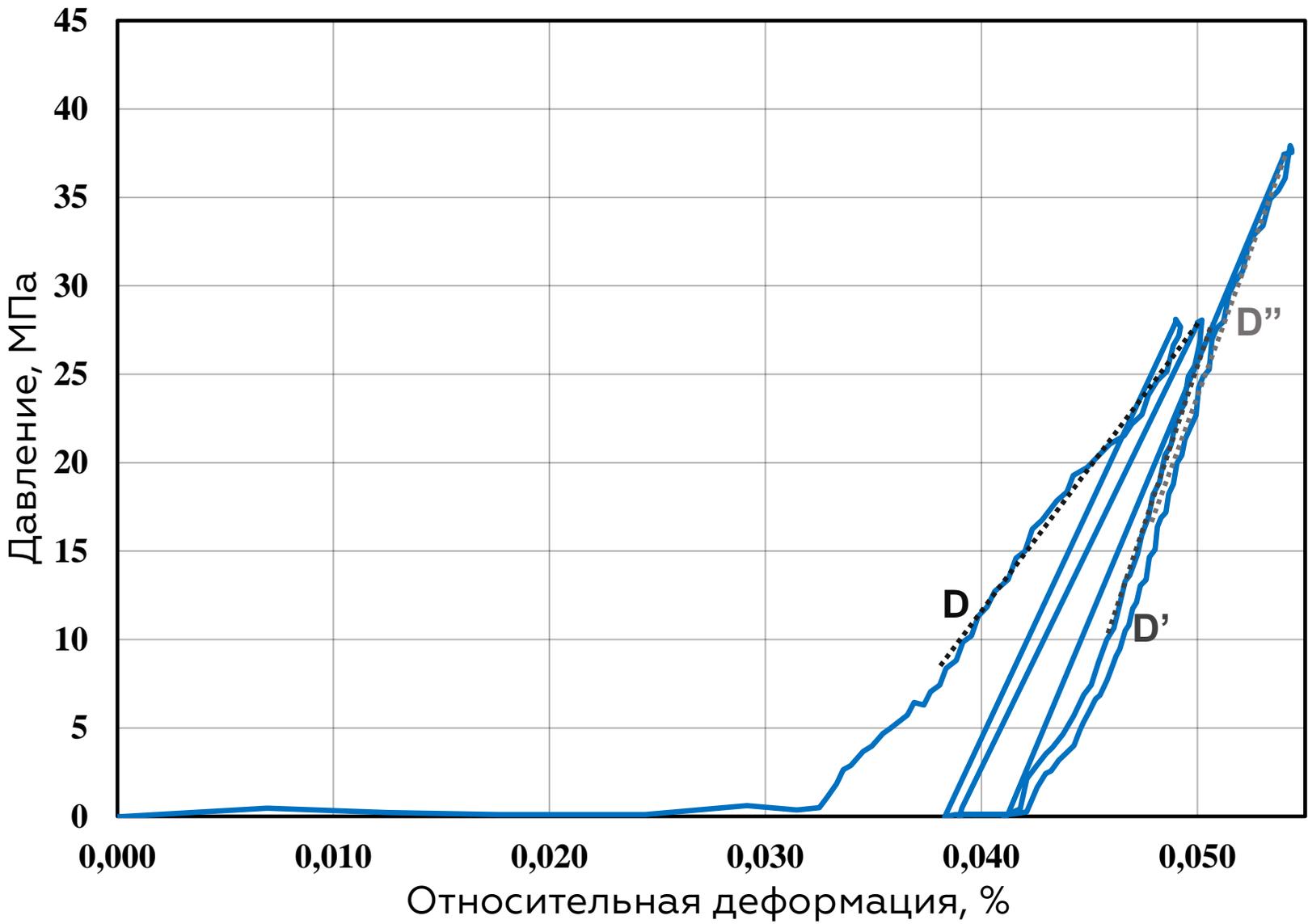


Схема измерения деформаций (напряжений) гидродомкратом в горизонтальной скважине: 1 – гидродомкрат; 2 – преобразователь АЭ; 3 – прибор регистрации АЭ; 4 – манометр; 5 – ручной насос; 6 – высоконапорные рукава; 7 – кабель

Методика оценки модуля деформации пород с использованием скважинного гидродомкрата



D – модуль деформации, определяемый по 1 нагрузочной ветви диаграммы деформирования

D' – модуль деформации, определяемый по 2 нагрузочной ветви диаграммы деформирования

D'' – модуль деформации, определяемый по 3 нагрузочной ветви диаграммы деформирования

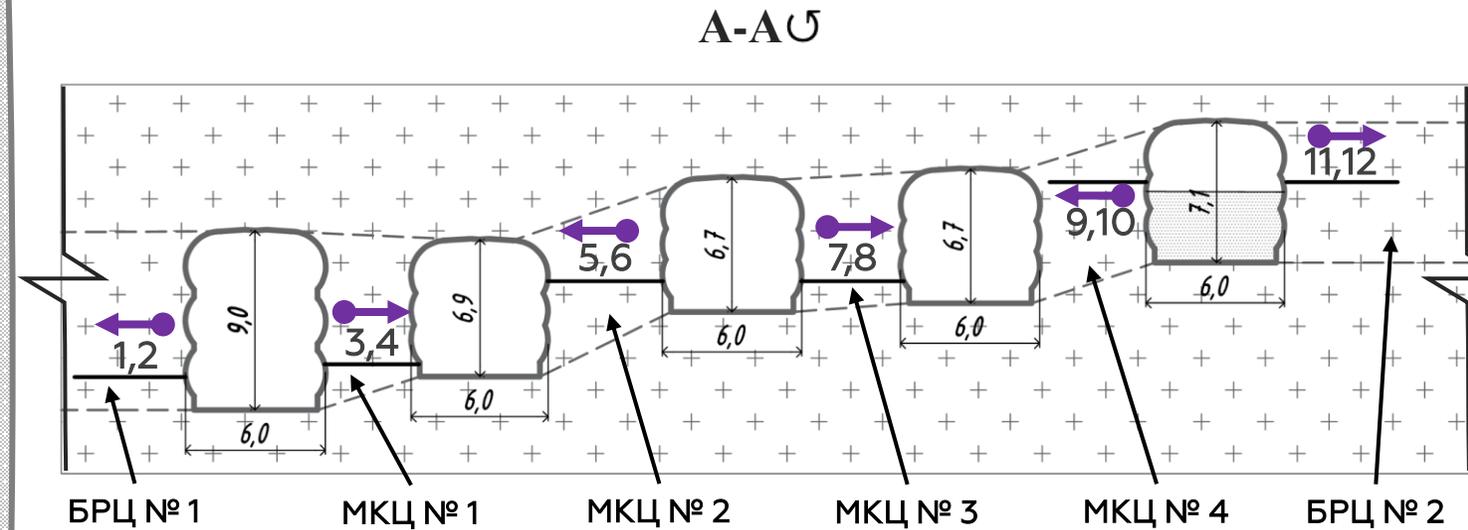
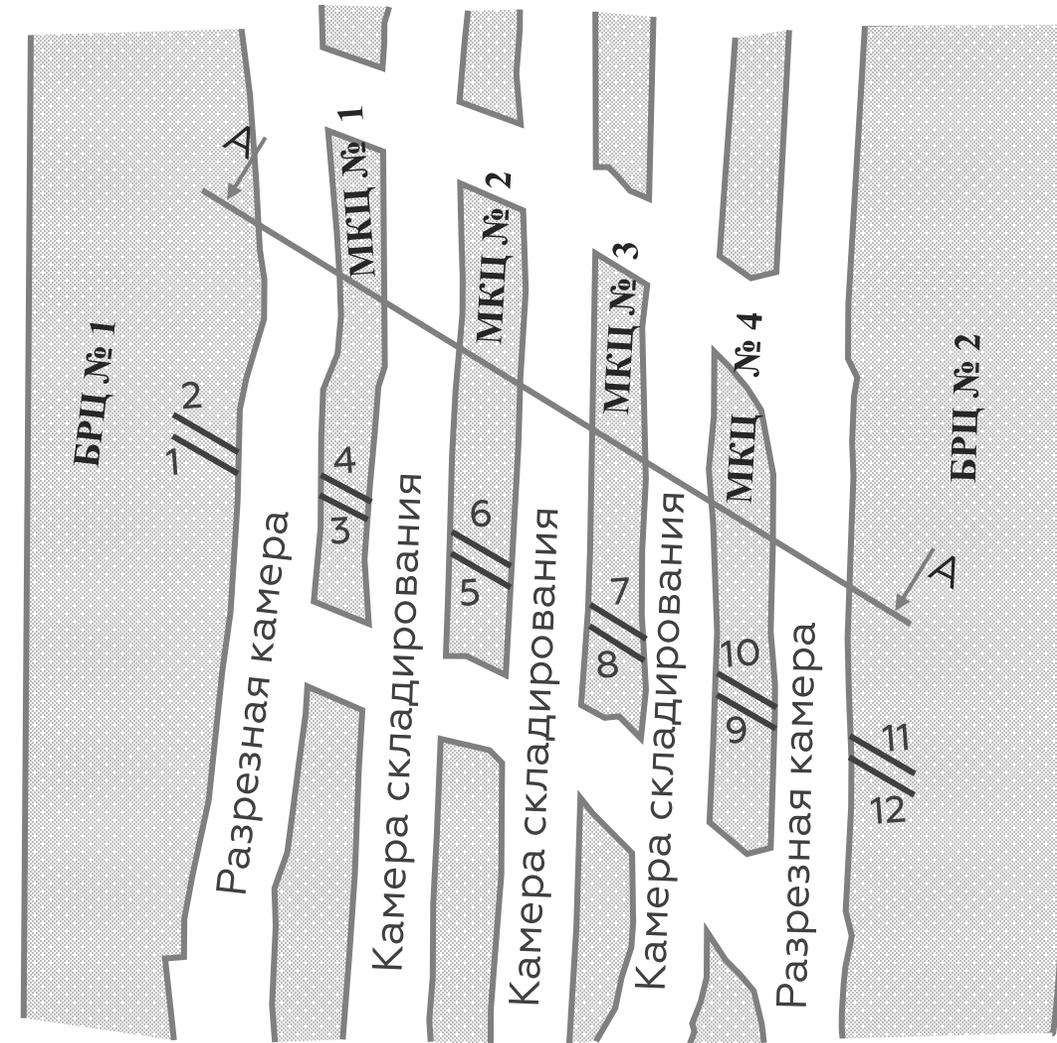


Скважина 5 (пятикамерный блок 1 ЗП)



Скважина 3 (четырекамерный блок 2 ВП)

Оценка деформационных свойств пород в грузонесущих элементах системы разработки в условиях рудника Гремячинского ГОКа (пятикамерный блок 1 ЗП)



- Пробуренные скважины (1 – 12)
- ←→ — Направление бурения
- БРЦ — Барьерный целик (ширина 27 ÷ 28 м)
- МКЦ — Междукammerный целик (ширина 4,5 ÷ 5,5 м)

Оценка деформационных свойств пород в грузонесущих элементах системы разработки в условиях рудника Гремячинского ГОКа (пятикамерный блок 1 ЗП)

Состояние боков междукammerного целика № 1

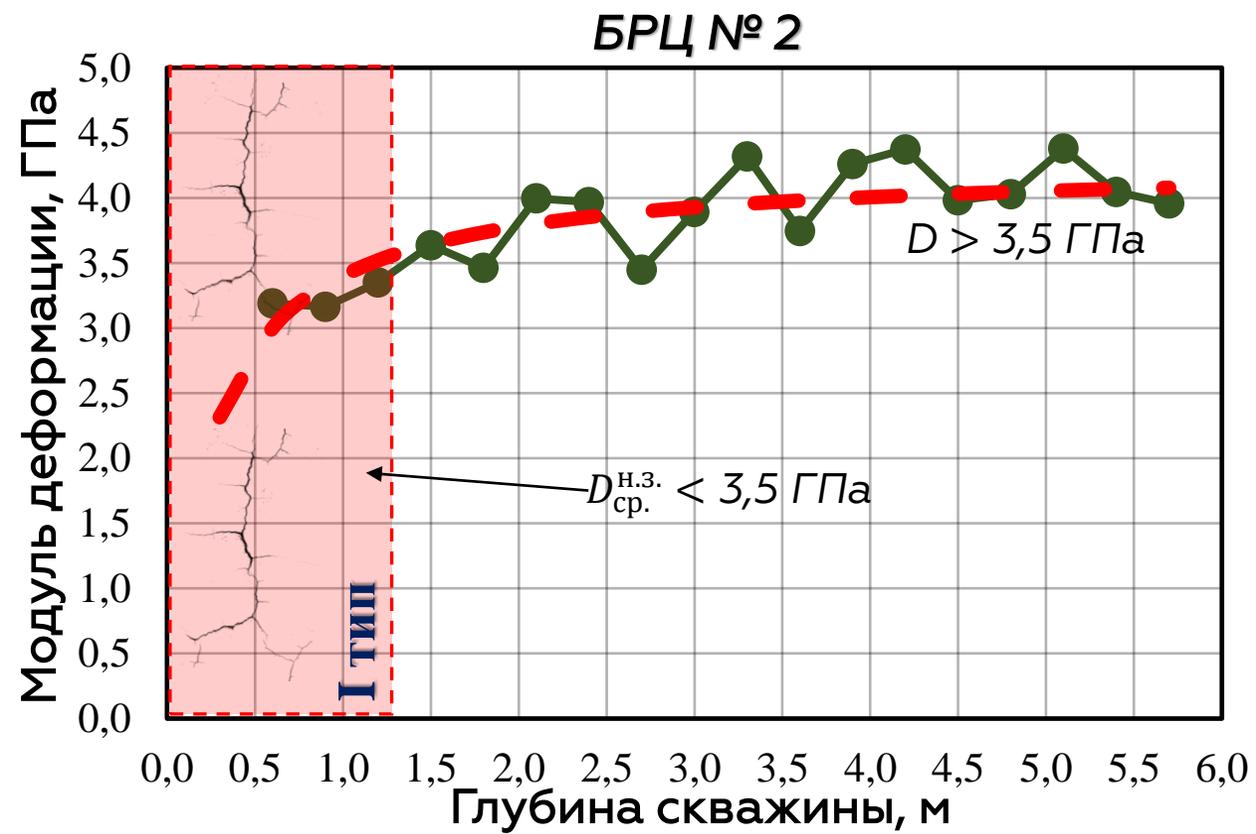
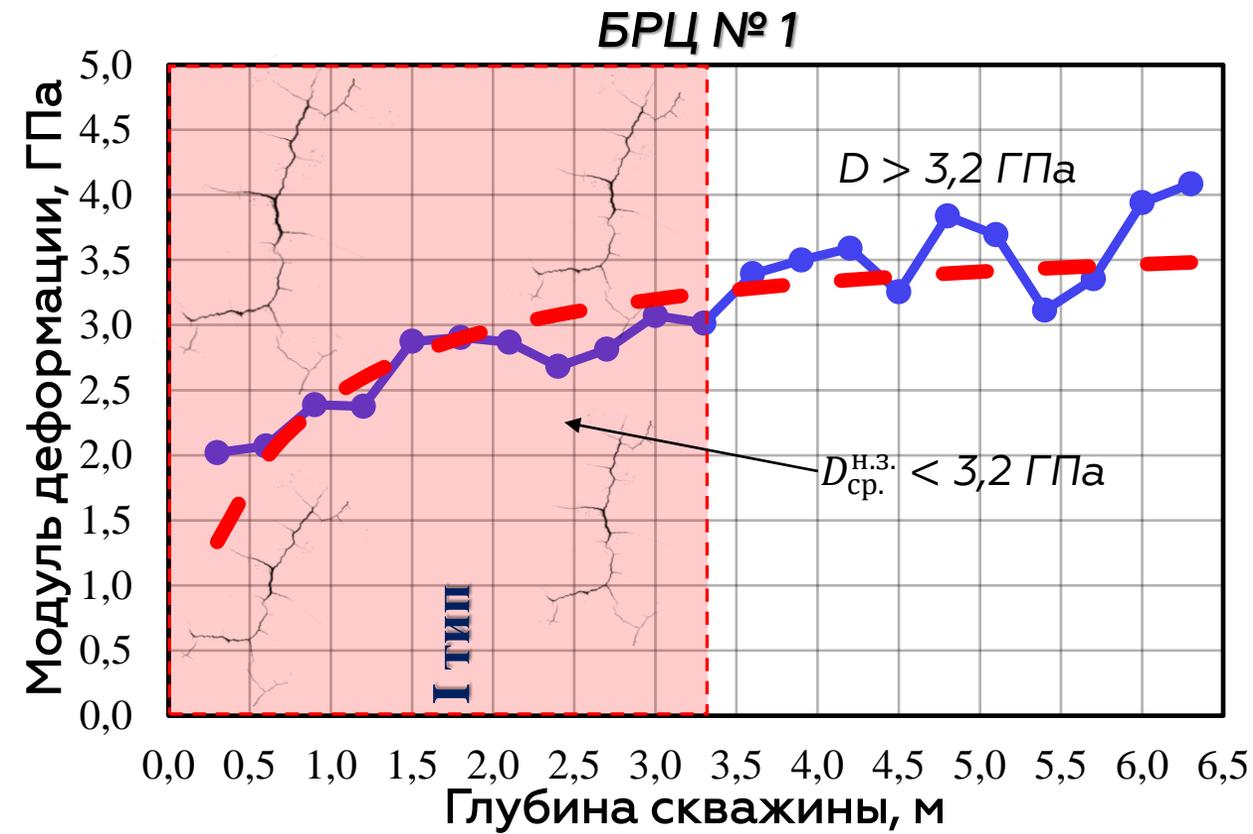


Оценка деформационных свойств пород в грузонесущих элементах системы разработки в условиях рудника Гремячинского ГОКа (пятикамерный блок 1 ЗП)

Состояние боков барьерного целика № 2

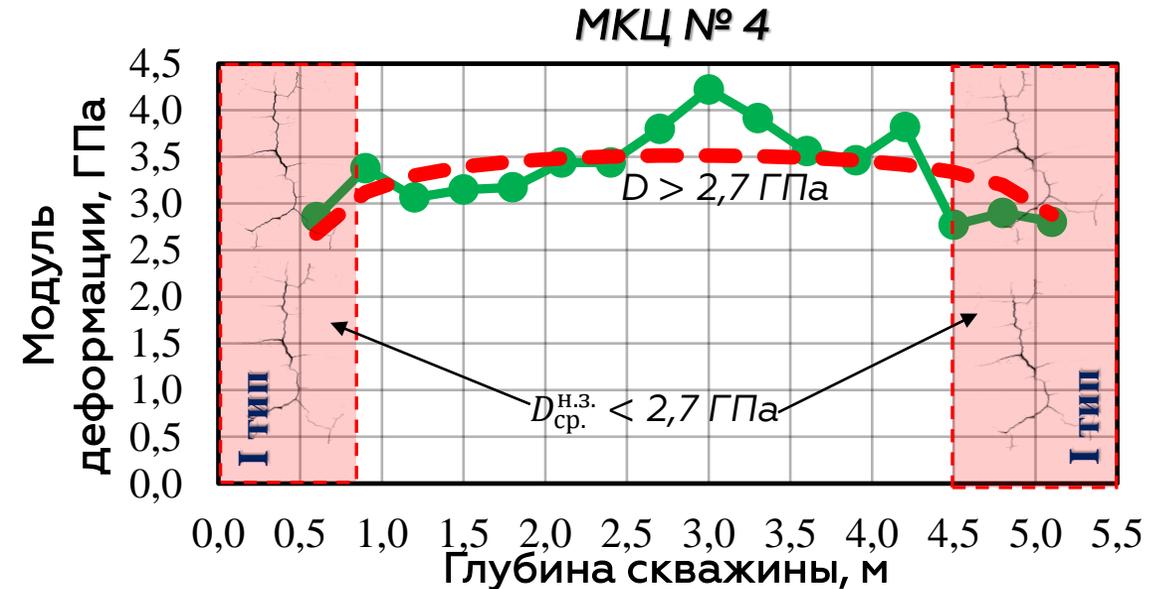
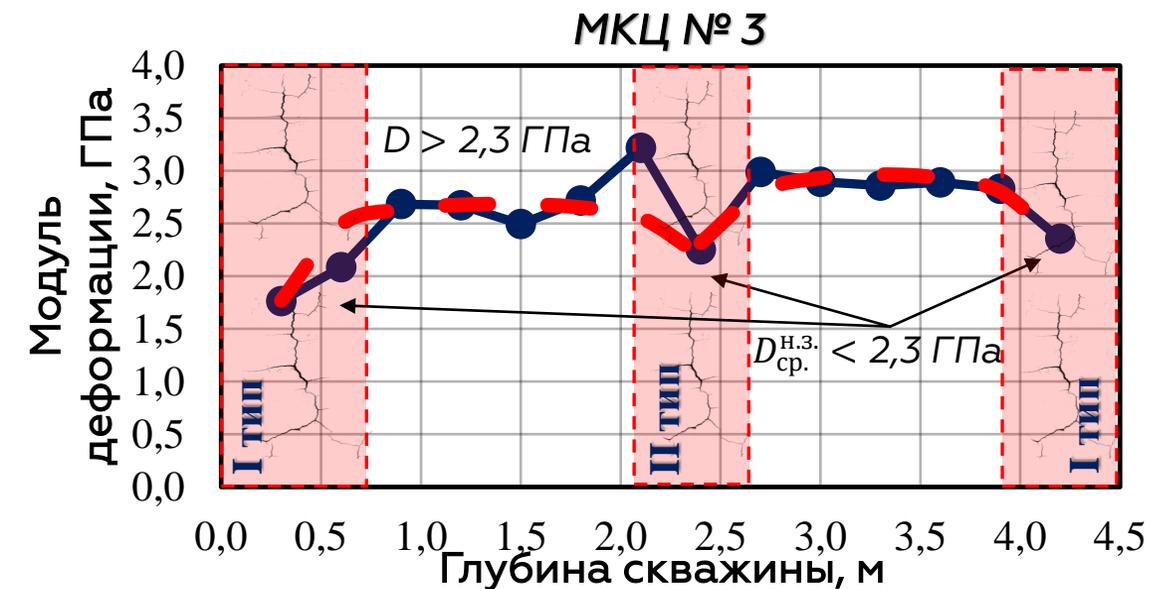
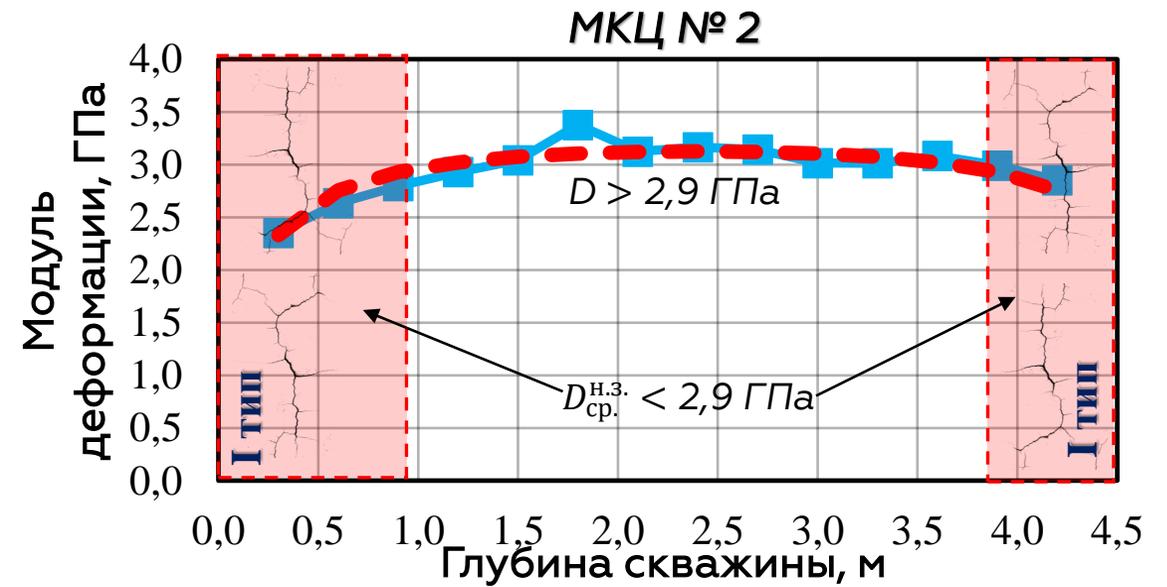
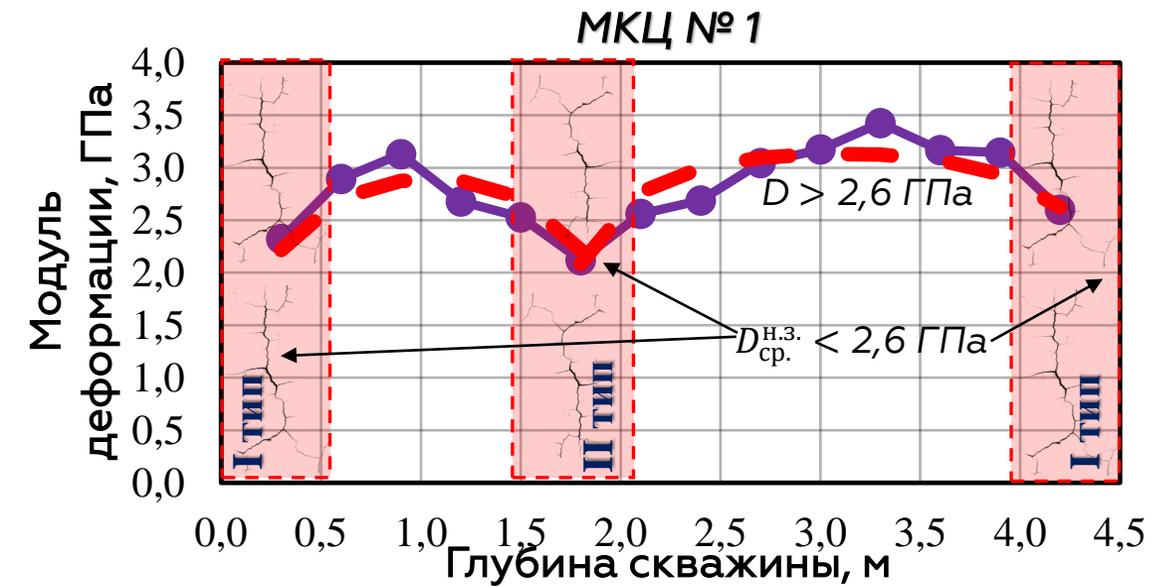


Результаты определения деформационных свойств пород в барьерных целиках в условиях рудника Гремячинского ГОКа (пятикамерный блок 1 ЗП)



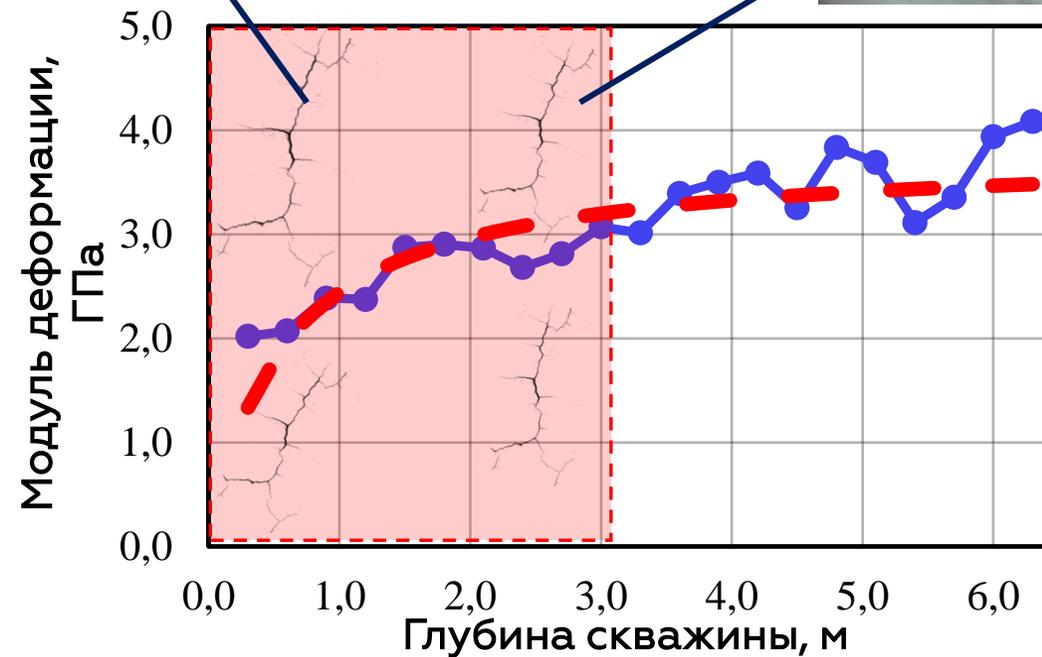
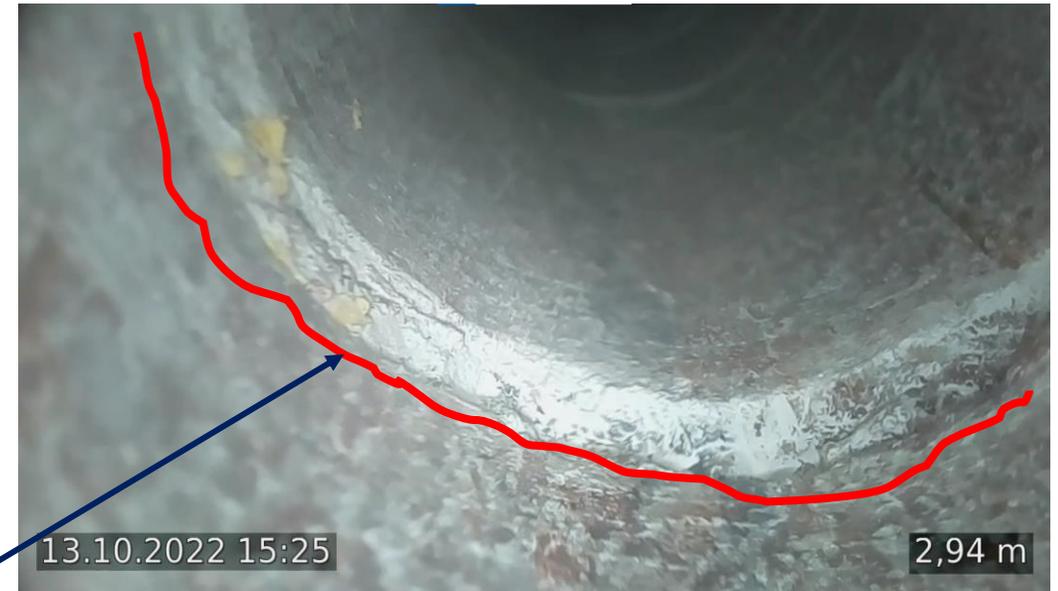
— Среднее значение — Зоны видимых трещин (зоны нарушенности)

Результаты определения деформационных свойств пород в междукламерных целиках в условиях рудника Гремячинского ГОКа (пятикамерный блок 1 ЗП)

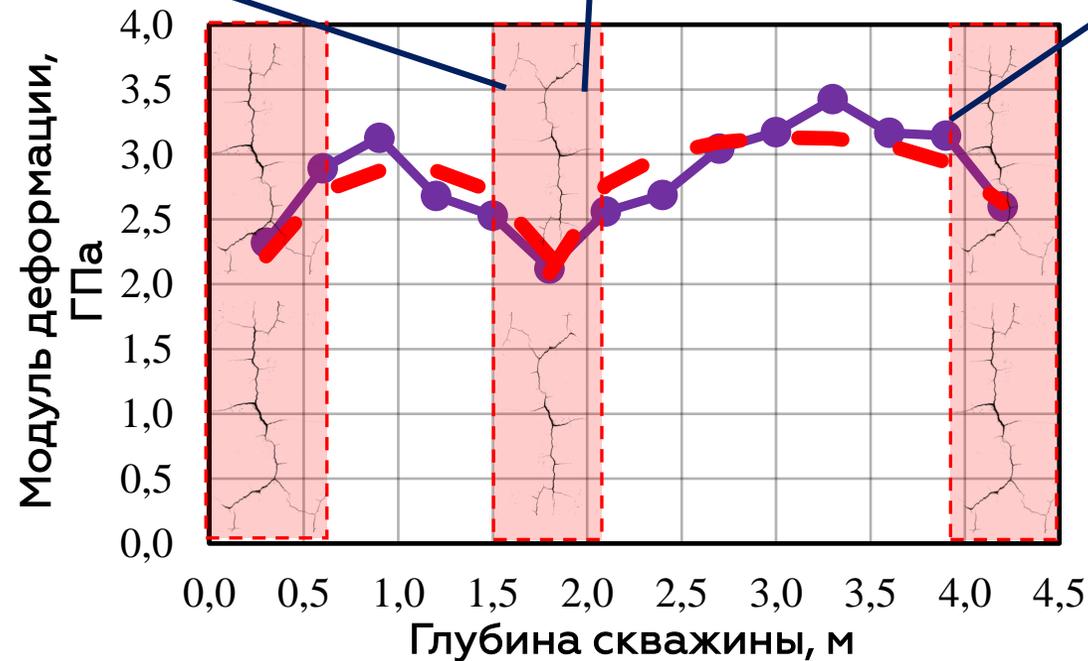


— Среднее значение — Зоны видимых трещин (зоны нарушенности)

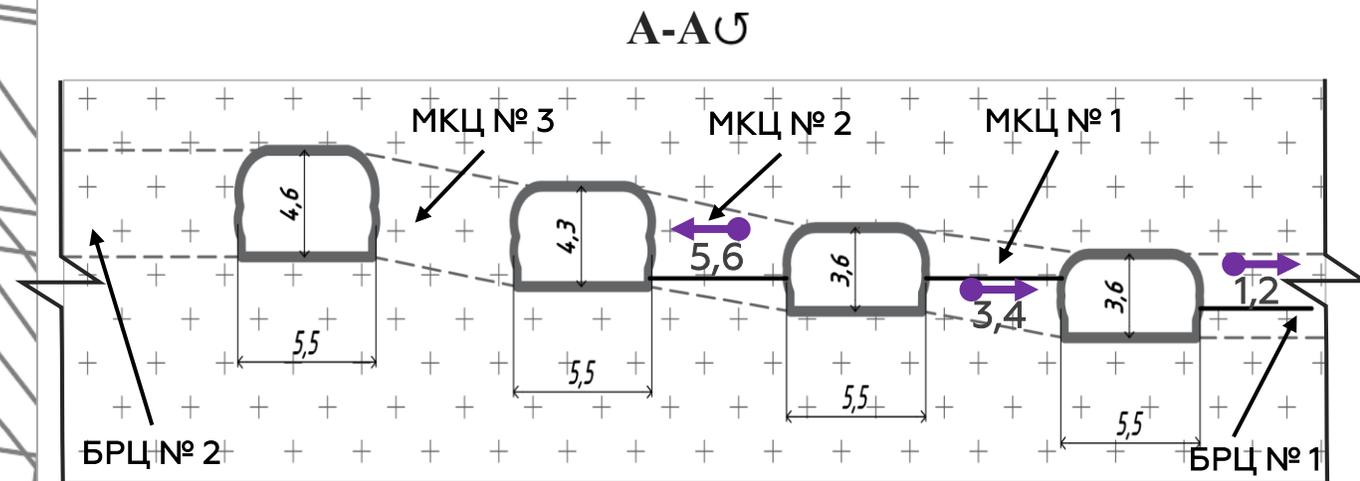
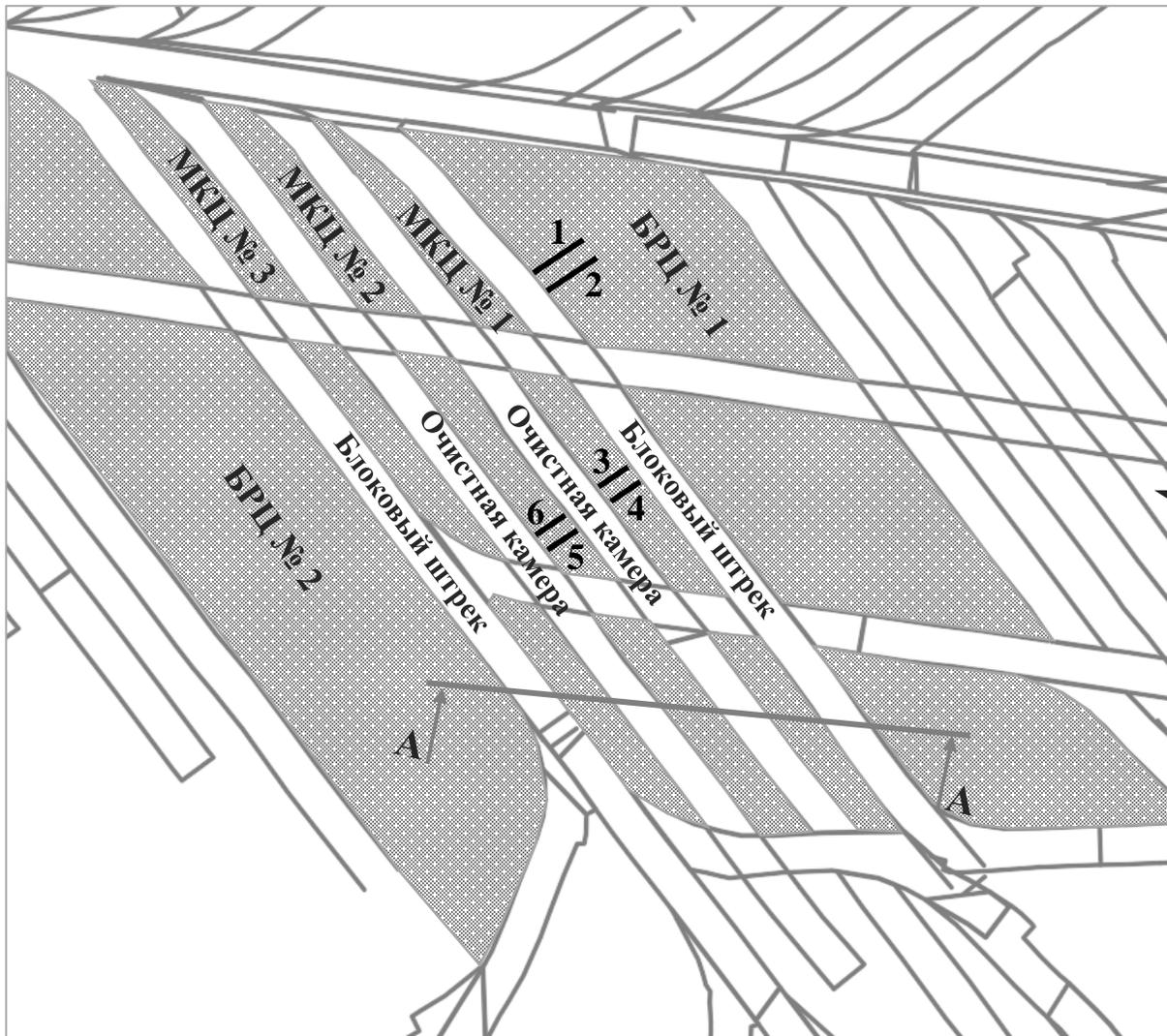
Результаты телеинспекции скважин в барьерном целике № 1 в условиях рудника Гремячинского ГОКа (пятикамерный блок 1 ЗП)



Результаты телеинспекции скважин в междукамерном целике № 1 в условиях рудника Гремячинского ГОКа (пятикамерный блок 1 ЗП)



Оценка деформационных свойств пород в грузонесущих элементах системы разработки в условиях рудника Гремячинского ГОКа (четырёхкамерный блок 2 ВП)



- Пробуренные скважины (1 – 6)
- ←•— Направление бурения
- БРЦ – Барьерный целик (ширина 27 ÷ 28 м)
- МКЦ – Междукammerный целик (ширина 5,5 м)

Оценка деформационных свойств пород в грузонесущих элементах системы разработки в условиях рудника Гремячинского ГОКа (четырёхкамерный блок 2 ВП)

Состояние боков целиков

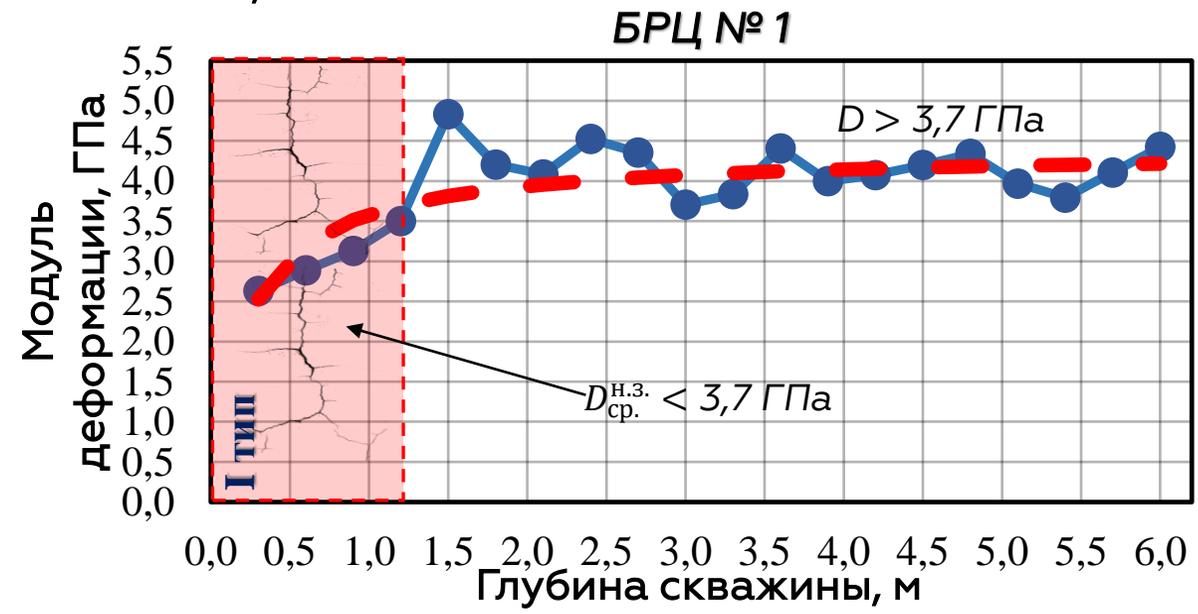
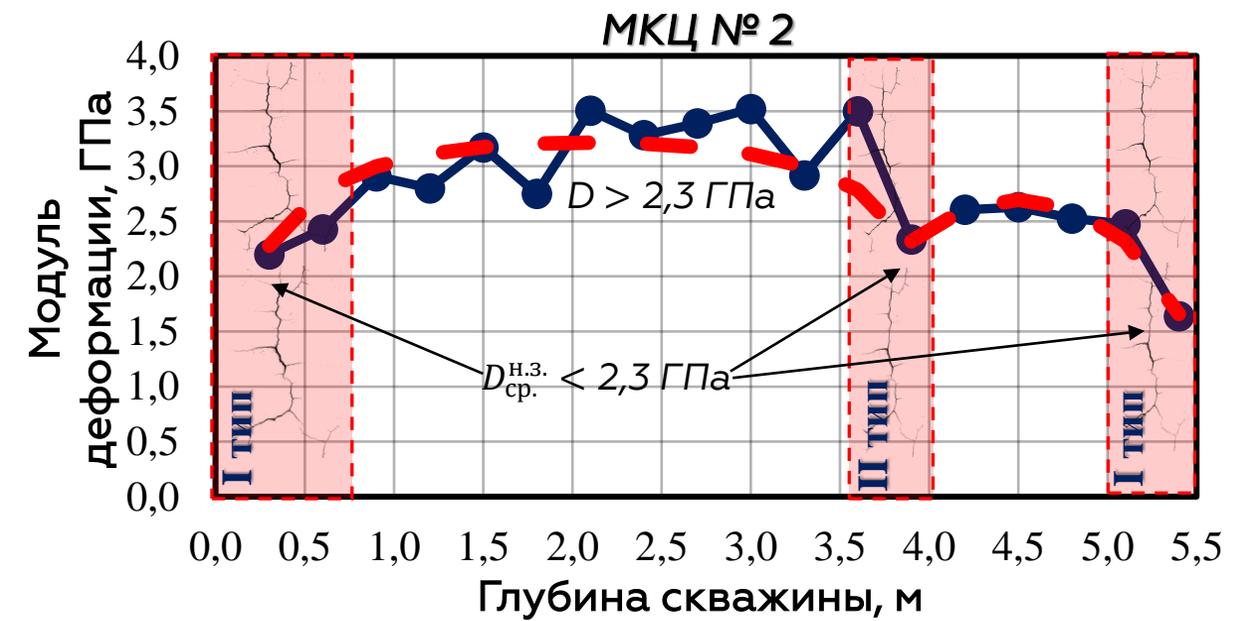
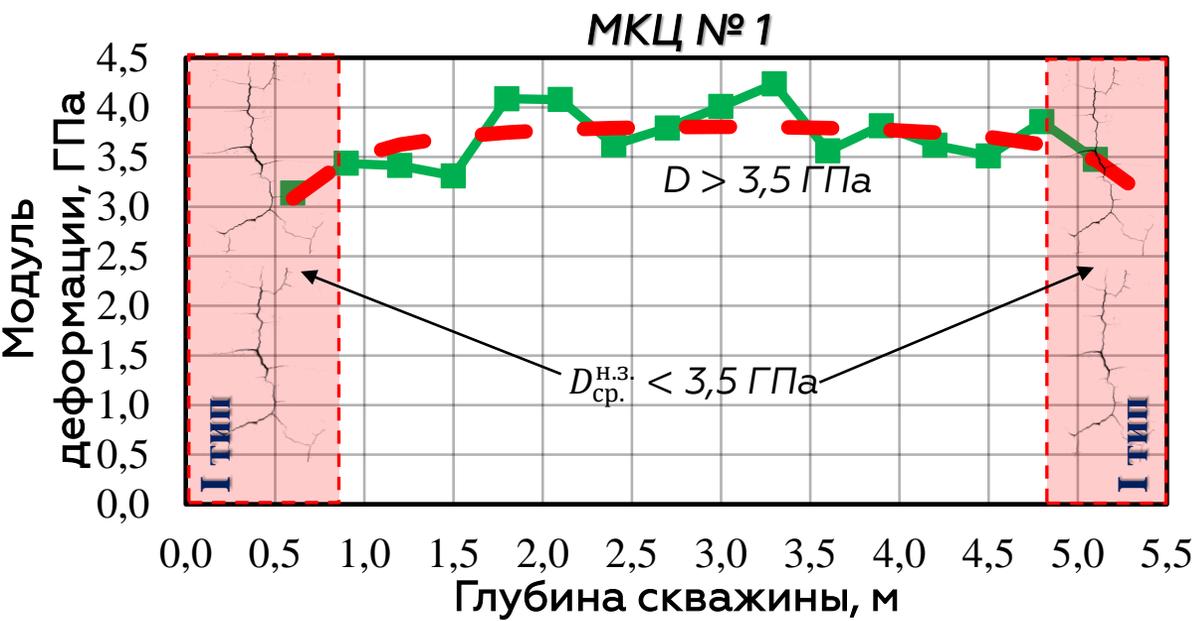


Бока БРЦ № 1 и МКЦ № 1



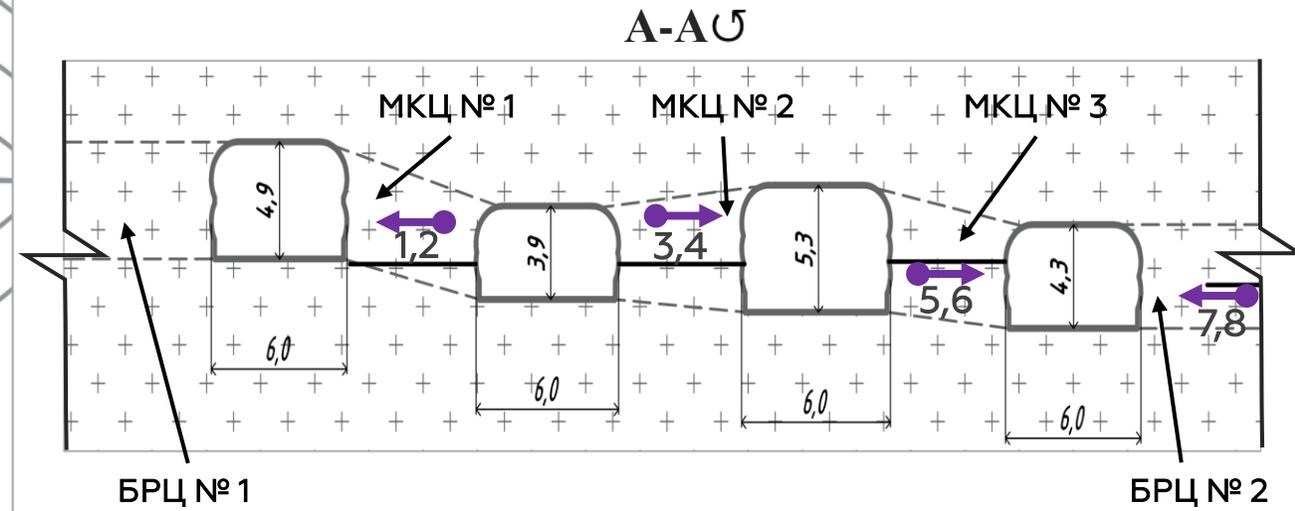
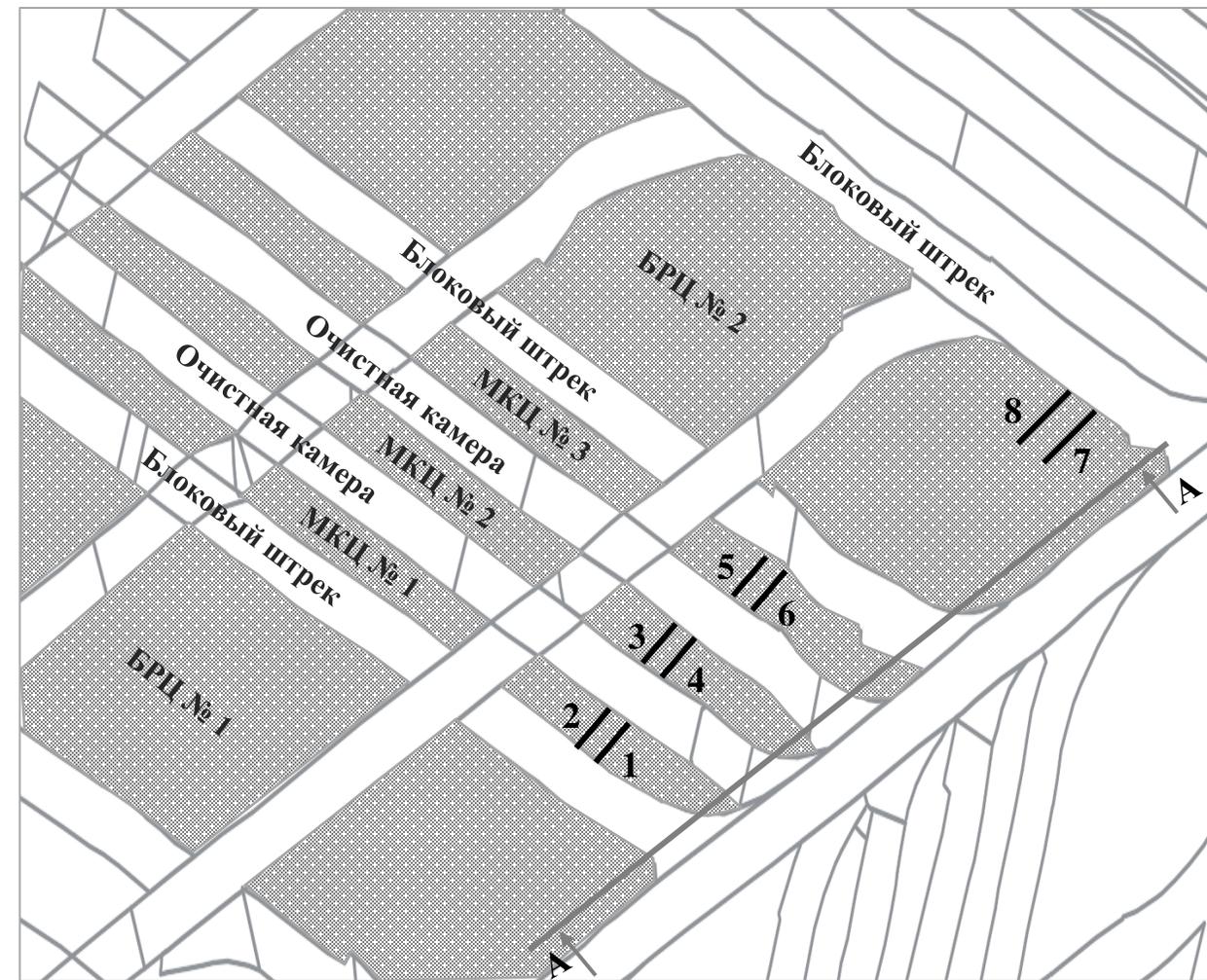
Бок МКЦ № 2

Результаты определения деформационных свойств пород в грузонесущих элементах системы разработки в условиях рудника Гремячинского ГОКа (четырёхкамерный блок 2 ВП)



— Среднее значение — Зоны видимых трещин (зоны нарушенности)

Оценка деформационных свойств пород в грузонесущих элементах системы разработки в условиях рудника Гремячинского ГОКа (четырёхкамерный блок 1 ЗП)



- Пробуренные скважины (1 – 8)
- ← — Направление бурения
- БРЦ – Барьерный целик (ширина 27 ÷ 28 м)
- МКЦ – Междукammerный целик (ширина 5,5 м)

Оценка деформационных свойств пород в грузонесущих элементах системы разработки в условиях рудника Гремячинского ГОКа (четырёхкамерный блок 1 ЗП)

Состояние боков целиков



Бока МКЦ № 1 и МКЦ № 2

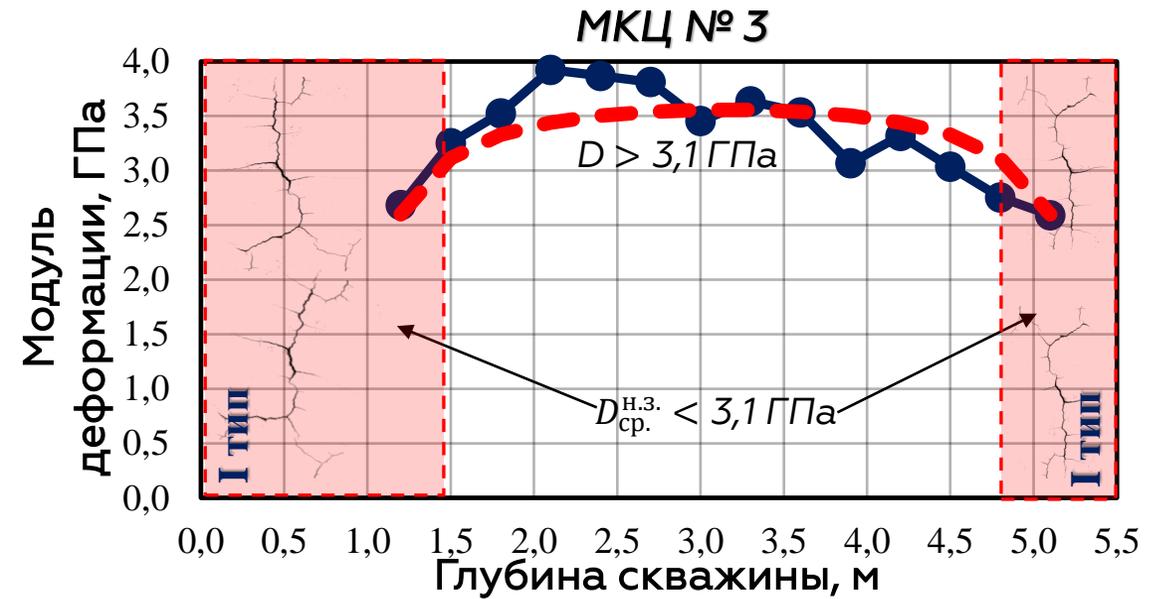
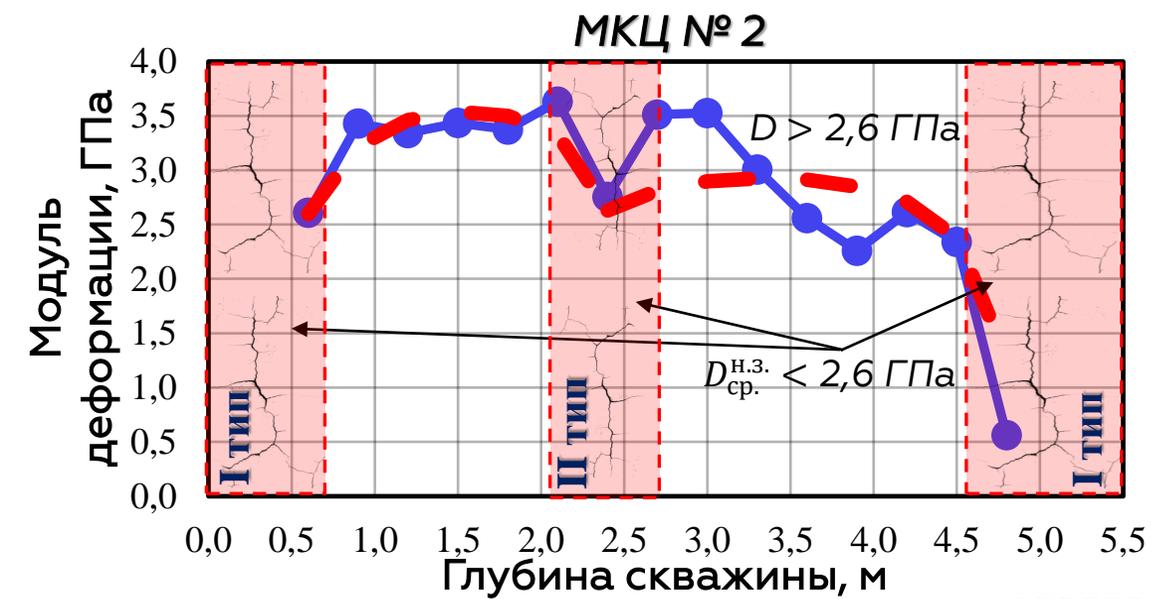
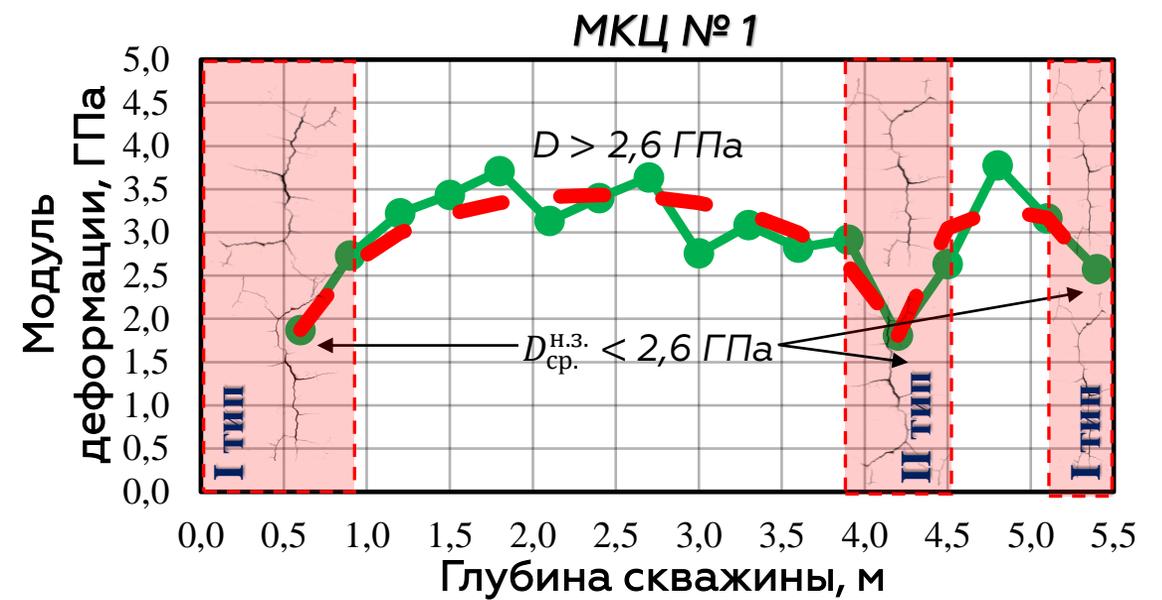
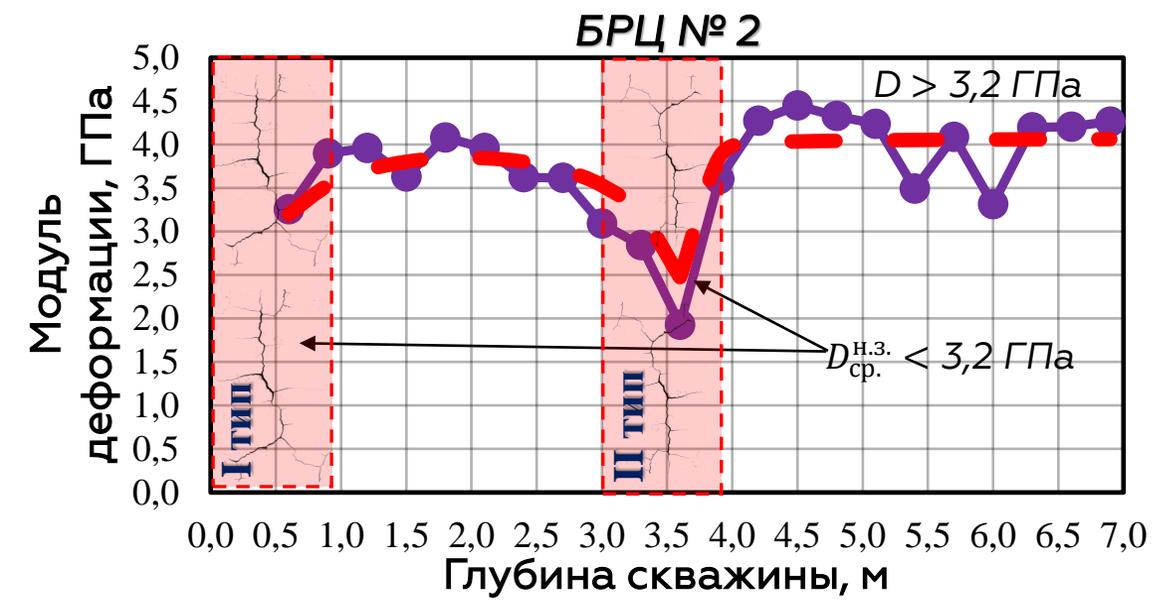


Бока МКЦ № 4 и МКЦ № 3



Бок барьерного целика № 2

Результаты определения деформационных свойств пород в грузонесущих элементах системы разработки в условиях рудника Гремячинского ГОКа (четырёхкамерный блок 1 ЗП)



— Среднее значение — Зоны видимых трещин (зоны нарушенности)

Результаты телеинспекции скважин в междукammerном целике № 3 в условиях рудника Гремячинского ГОКа (четырёхкамерный блок 1 ЗП)



Скважина 5



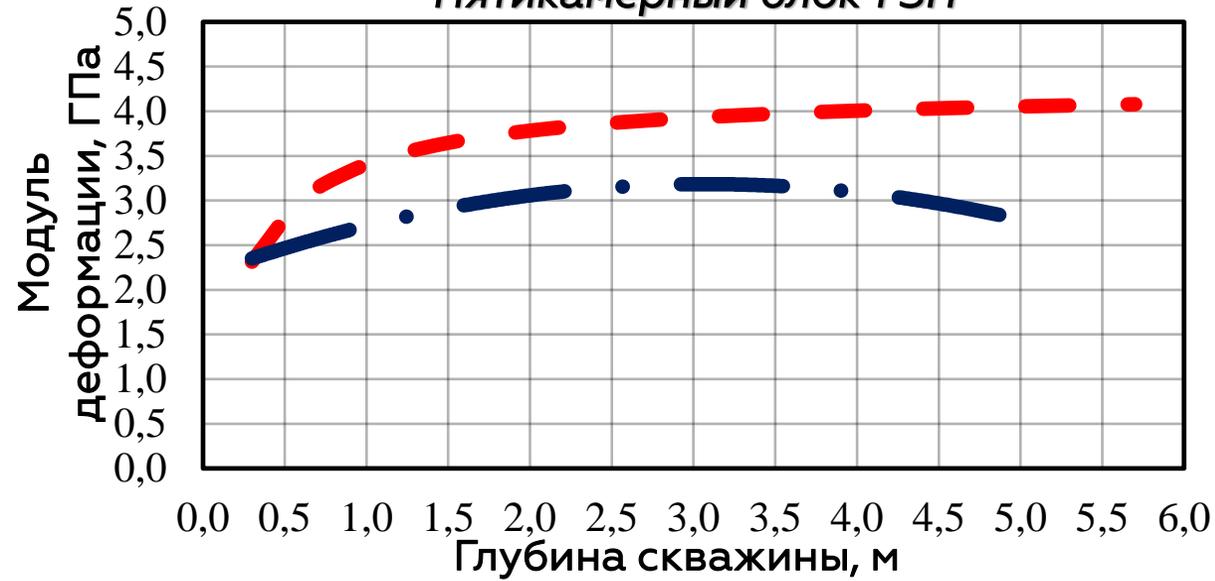
Скважина 5



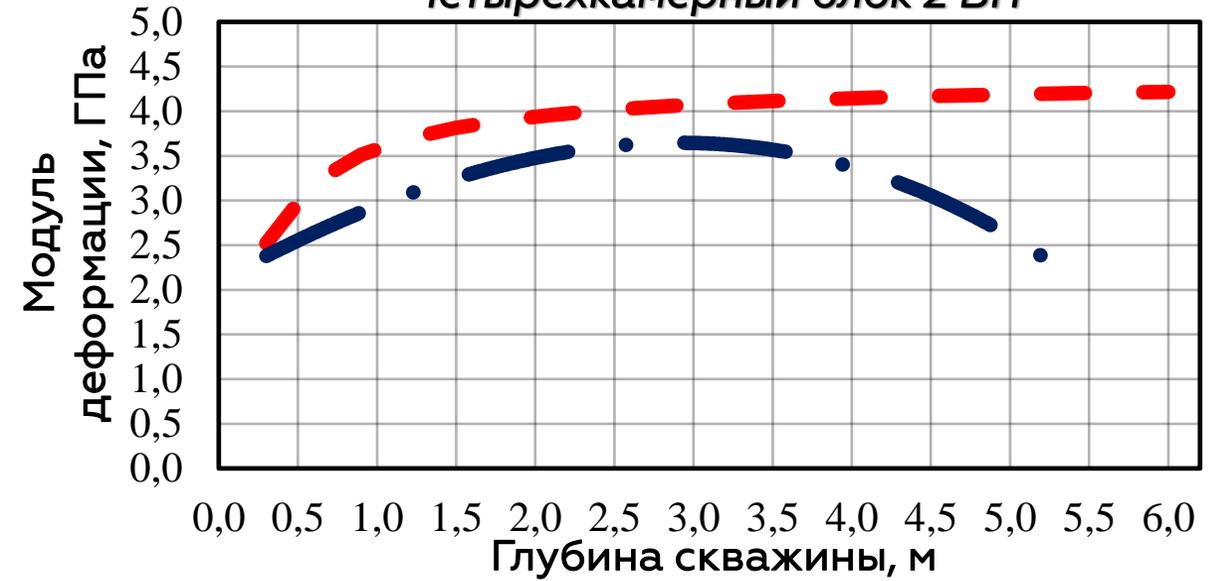
Скважина 6

Результаты сравнения распределения средней величины модуля деформации по сечению в барьерных и междукламерных целиках

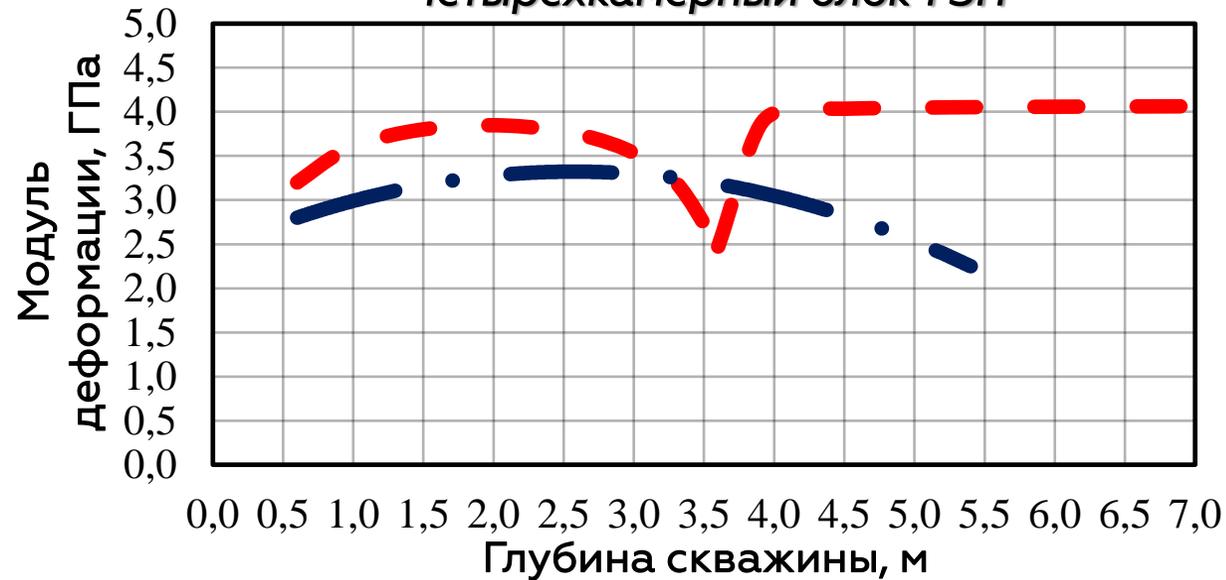
Пятикамерный блок 1 ЗП



Четырехкамерный блок 2 ВП



Четырехкамерный блок 1 ЗП



— БРЦ
— МКЦ

Заключение

1. В условиях рудника Гремячинского ГОКа экспериментальными исследованиями выявлено, что в краевой части соляных барьерных целиков наблюдаются зоны нарушенности (I типа) шириной $1,2 \div 3,3$ м, характеризующиеся пониженными значениями модуля деформации.
2. Для ряда целиков обнаружены локальные понижения деформационного показателя на расстоянии $1,3 \div 2,4$ м от края целика (зоны нарушенности II типа).
3. Наблюдаемое понижение модуля деформации связано, по-видимому, с разрушением пород вследствие воздействия опорного давления из-за разновременной проходки очистных камер, а также наличием неоднородностей и видимых трещин, подтверждаемых результатами телеинспекции скважин.
4. Средняя величина деформационного модуля в междукammerных целиках приблизительно на 20-25 % меньше аналогичного показателя в барьерных целиках, что связано, по всей вероятности, с их более интенсивным разрушением во времени ввиду относительно высокой податливости.