

# НАТУРНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

**НАТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ  
АНКЕРОВ И ПОРОД КРОВЛИ В ТРАНСПОРТНЫХ ВЫРАБОТКАХ  
УГОЛЬНЫХ ШАХТ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ МАССЫ ПОДВЕСНЫХ ГРУЗОВ**

**Виктор Ногих, директор  
ООО «ЭКОС-С», г. Новокузнецк**

**Ирина Красноперова,  
аспирант Сибирского  
государственного  
индустриального  
университета, г. Новокузнецк**



*Рис. 1. Общий вид и фрагменты наблюдательной станции в штольне*

**ПРИВЕДЕНЫ РЕЗУЛЬТАТЫ НАТУРНЫХ  
ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ СМЕЩЕНИЙ ПОРОД  
КРОВЛИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ НА НЕСУЩИЙ АНКЕР  
ГРУЗОВ ПОДВЕСНОЙ МОНОРЕЛЬСОВОЙ ДОРОГИ.  
УСТАНОВЛЕНО В ПРЕДЕЛАХ  $\pm 16\%$  СООТВЕТСТВИЕ  
ИЗМЕРЕННЫХ И ВЫЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ  
ЭЛЕМЕНТОВ СМЕЩЕНИЙ**

С целью оценки соответствия установленных по результатам численного моделирования параметров напряженно-деформированного состояния пород кровли при воздействии на элементы крепи подвески монорельсовой дороги на специальной наблюдательной станции проведены натурные инструментальные исследования смещений глубинных реперов.

Все эксперименты проведены в капитальной горной выработке, пройденной с поверхности в горных породах в виде штольни на промплощадке шахты «Кушеяковская». Выработка освещена, проветривается, подведены электроэнергия и имеются источники сжатого воздуха для проведения натурных испытаний. Продольное и поперечное сечение выработки и общий вид наблюдательной станции приведены на рис. 1. Схема расположения несущего анкера, глубинных реперов, средств натяжения анкера и измерения смещений реперов показаны на рис. 2.

Для оборудования наблюдательной станции в кровле установлен несущий анкер 1 с подвеской на цепи грузов. В почве выработки закреплены опорные анкера 3. Между несущим 1 и опорными анкерами 3 устанавливается натяжное устройство в виде гидродомкрата с цепью 2, оборудованное манометром для определения усилия между анкерами и анкер подвески 1. Натяжное устройство обеспечивает плавное изменение нагрузки в пределах 0-300 кН.

Параллельно несущему анкеру подвески пробурена измерительная скважина длиной на 1,5 м больше длины несущего анкера, в которой устанавливаются глубинные реперы 4-1, 4-2, 4-3, 4-4. Верхний репер 4-4 принят за опорный.

Каждый репер соединяется струной 11, конец которой опущен в выработку, на конце струны прикреплен груз. На струнах 11 закрепляются линейки для определения смещений реперов с помощью геометрического нивелирования и индикаторов часового типа. В почве выработки закрепляется опорный репер 9.

Параллельно несущему анкеру пробурена скважина 12 для видеонаблюдения за трещинами в породах кровли.

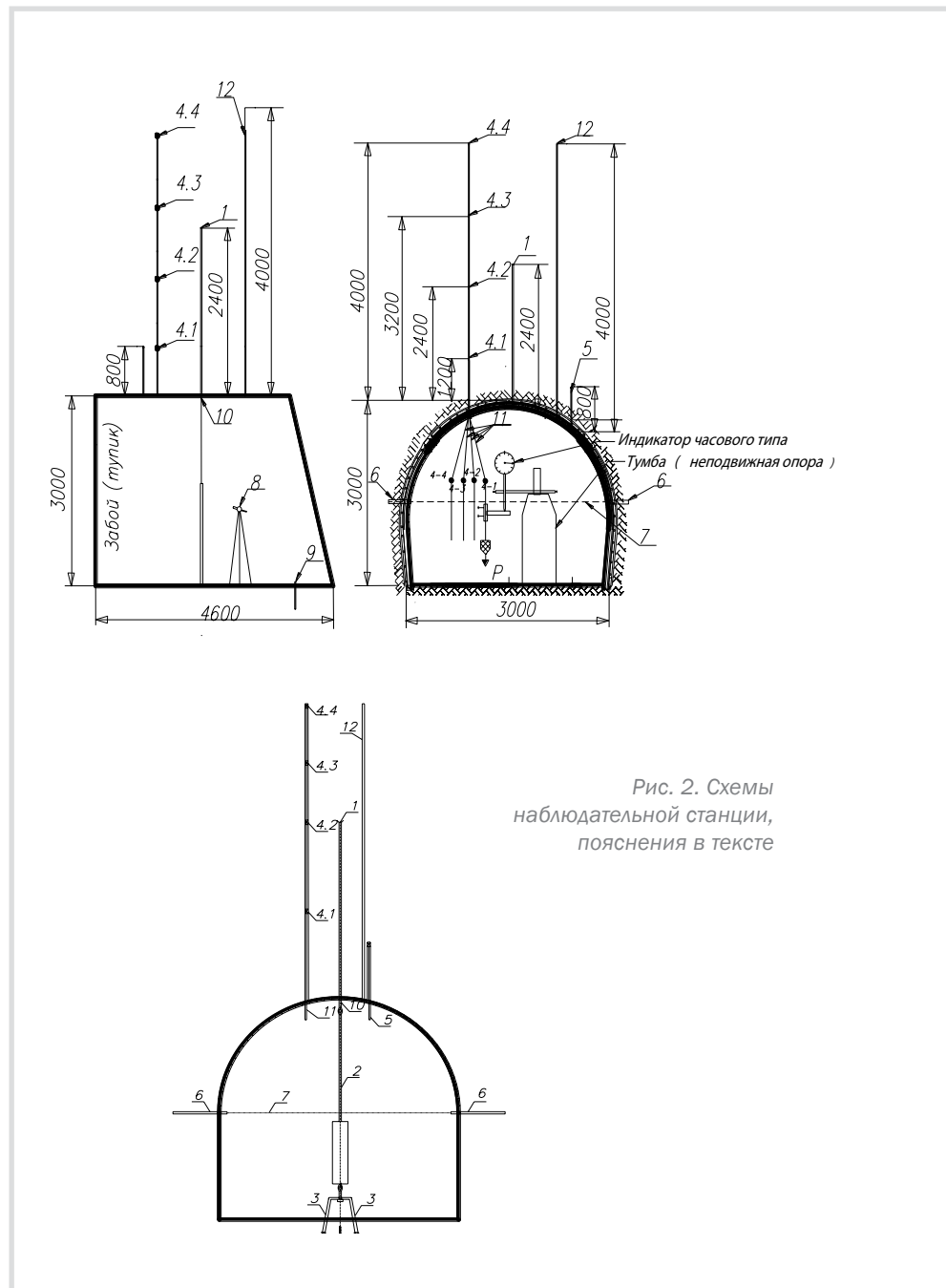


Рис. 2. Схемы наблюдательной станции, пояснения в тексте

Программа и методика наблюдений включала измерения смещений реперов при многоцикловом изменении нагрузки в пределах 0-300 кН.

По полученным смещениям реперов построены графики, приведенные на рис. 3, из которых следует, что при циклическом изменении нагрузки на анкер смещения анкеров увеличиваются по следующей зависимости

$$\eta_i = \eta_1 [1 + \delta \cdot (N - 1)^{2.72}], \quad (1)$$

где  $\eta_i$  — смещения пород кровли в  $i$ -том цикле нагружения анкера, мм;

$\eta_1$  — смещения пород кровли в первом цикле нагружения анкера, мм;

$\delta$  — параметр ползучести горных пород, согласно данным Ж.С. Ержанова [1], для аргиллита  $\delta=0,007$ ; алевролита  $\delta=0,005$ ; песчаника  $\delta=0,003$  (сек)<sup>-0.3</sup>;

## НАУКА НА ПРАКТИКЕ

N — номер цикла нагружения анкера.

Для условий эксперимента усредненное значение параметра ползучести пород кровли, представленных песчаниками и алевролитами, принято  $\delta=0,00433$ .

Зависимость смещений пород от расстояния до репера в кровле выработки имеет вид

$$\eta = \frac{\eta_k}{h^m}, \quad (2)$$

где  $\eta$  — смещения пород кровли, мм;

$h$  — расстояние от кровли выработки до репера, м;

$\eta_k$  — смещения кровли выработки (контурного репера), мм;

$m$  — эмпирический коэффициент,  $m=3$ .

По результатам видеосъемки с помощью оптического эндоскопа стенок контрольной скважины и анализа фотоизображений на электронных носителях информации также выявлено появление дополнительных трещин при увеличении массы подвешенного груза на анкер и количества циклов нагружения.

По результатам натурного эксперимента выявлены следующие зависимости и закономерности:

- при увеличении количества циклов нагружения анкера смещения пород кровли увеличиваются по степенной зависимости;

- при увеличении нагрузки на анкер смещения возрастают по линейной зависимости;

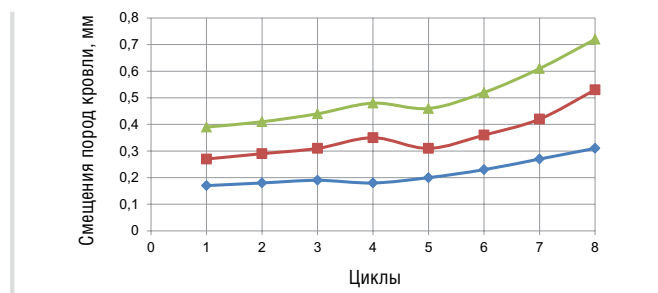
- смещения пород при удалении от контура выработки в кровлю постепенно затухают по степенной зависимости.



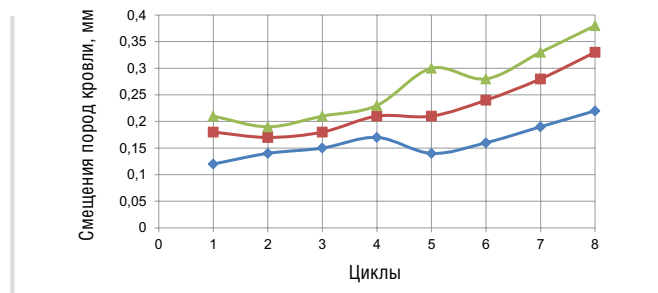
## Литература

1. Ползучесть осадочных горных пород. Теория и эксперимент/ Ж.С. Ержанов [и др.]. — Алма-Ата, 1970. — 208 с.

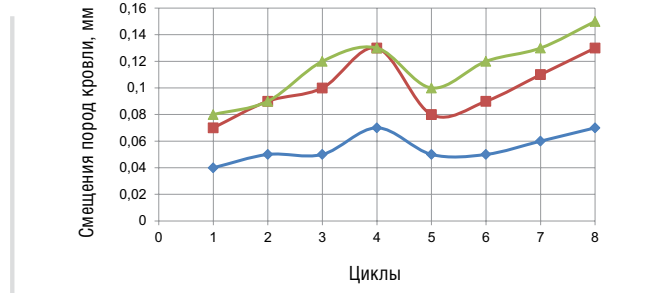
Репер 4-1



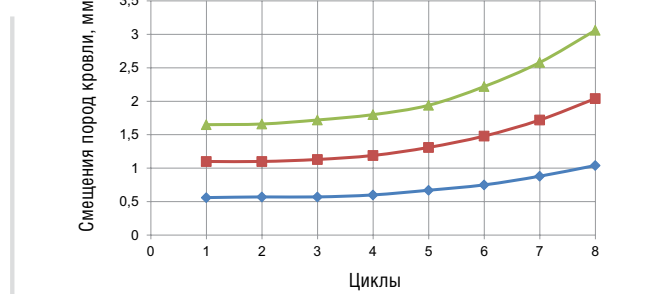
Репер 4-2



Репер 4-3



Репер на контуре выработки



Анкер в кровле

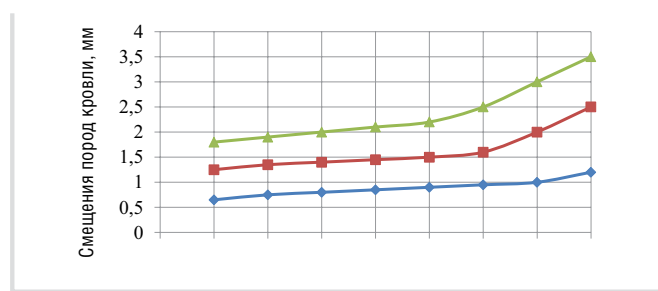


Рис. 3. Графики смещений пород кровли при циклическом приложении нагрузки

■ нагрузка 100 кН, ■ нагрузка 200 кН, ■ нагрузка 300 кН