© А.В. Зинченко, 2007

УДК 622.272

А.В. Зинченко

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ИЗОЛИРУЮЩИХ ПЕРЕМЫЧЕК ПРИ ГИДРОЗАКЛАДКЕ ПОДЗЕМНЫХ ПУСТОТ

Семинар № 15

С 1997 г. в ОАО «Комбинат КМАруда» ведутся опытно-промышленные работы по утилизации отходов обогащения железистых кварцитов (хвостов) в выработанное пространство. В условиях опытного участка гидрозакладки шахты им. Губкина выполнена наблюдательная станция, позволяющая контролировать деформации бетонного тела перемычек и массива пород возле них, поровое и общее давление закладываемых хвостов.

Основной проблемой технологии гидроскладирования является опасность прорыва закладки в горные выработки. На первый план выходит вопрос об устойчивости ограждающих конструкций и, следовательно, безопасности ведения горных работ.

Деформирование ограждающих перемычек зависит от взаимодействия комплекса факторов. Это, прежде всего внешняя нагрузка, которая формируется в результате изменения уровня воды в камерах, степени заполнения камер твердой фракцией хвостов, и величины порового давления непосредственно у перемычек. Далее, нагрузки обуславливают деформации металла в теле перемычки и бетона, причем принятая конструкция перемычки обуславливает сильную зависимость деформаций перемычек от физико-механических свойств и взаимного расположения элементов конструкций. И, наконец, огромное влияние на деформации оказывают граничные условия: свойства и условий контакта конструкции с вмещающими породами.

На основании проведенных исследований установлено, что деформации перемычек зависят от комплекса факторов: давления воды у перемычки, конструктивных особенностей перемычки, условий опирания на массив и, возможно, от давления твердой фракции хвостов. Эти факторы в свою очередь не являются постоянными. Давление воды зависит от фильтрационных свойств хвостов и условий их дренирования, давление твердой фракции зависит от изменяющегося коэффициента Пуассона и конфигурации выработок, соединяющих камеру и перемычку. Схема расположения перемычек и общий вид одного из участков складирования представлены на рис. 1.

В процессе экспериментов непосредственно измерялось давление воды у перемычки, остальные факторы, определяющие напряжения в перемычке, могут быть оценены по результатам измерения деформаций в бетоне. Анализ показаний датчиков во времени показал, что бетон помимо силовых деформаций испытывал мгновенные деформации и проявляет непрерывные деформации ползучести, под которыми мы будем понимать деформации, зависящие преимущественно от времени.

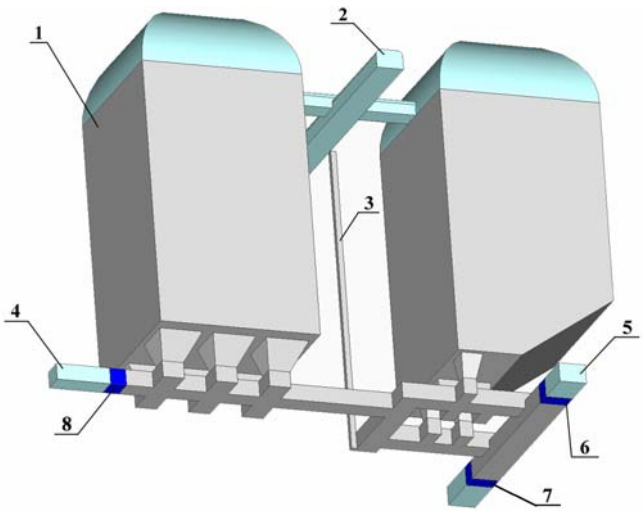

Рис. 1. Общий вид одного участка складирования отходов обогащения в отработанные камеры на комбинате «КМАруда»: *1* – выработанное пространство запол-няемое отходами обогатительной фабрики; *2* – вентиляционный штрек; *3* – восстающий; *4* – орт скреперования; *5* – откаточный штрек; *6, 7, 8* – бетонные ограждающие перемычки (№2, №3, №1 соответственно)

Анализируя развития деформаций перемычек с использованием статистического регрессионного анализа можно определить зависимость деформации в теле перемычек от давления воды и высоты хвостов в камерах.

Зависимость между внешней нагрузкой и деформациями принимается в виде:

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + A*P + B*h, \quad (1)$$

где ε - деформации, ε_0 - постоянное значение измеренной деформации (систематическая погрешность измерения совместно с остаточными неизменяемыми деформациями бетона), А - коэффициент пропорциональности между деформациями и давлением воды непосредственно у перемычки (1/МПа), в физическом смысле - величина, обрат-

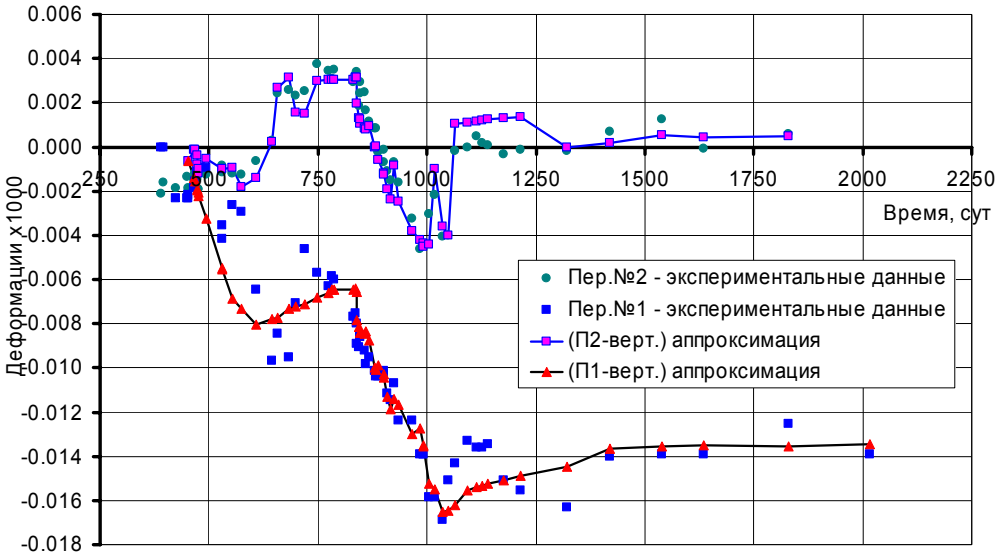

Рис. 2. Результаты аппроксимации результатов наблюдений вертикальных деформации. Точки – измеренные деформации, линии - аппроксимация методом наименьших квадратов.

Параметры регрессионных уравнений, связывающих деформации бетона перемычек, давление воды у перемычки и уровень хвостов в ближайшей камере

Перемычка	Свободный член регрессионного уравнения	Коэффициент уравнения, определяющий влияние давления воды, А, 1/МПа	Коэффициент уравнения, определяющий влияние уровня хвостов, В, 1/МПа	Коэффициент достоверности аппроксимации
П1	0.00112	-0.00557	-0.000249	0.92
П2	0.00554	-0.02118	-0.0000243	0.85
П3	0.00709	-0.03067	-0.0000368	0.83

но пропорциональная модулю деформации в соответствующем направлении, Р - давление воды непосредственно у перемычки, МПа, В - коэффициент пропорциональности между высотой хвостов в ближайшей к перемычке камере (1/м) и в физическом смысле связывающий объемный вес хвостов, коэффициент бокового отпора и модуль деформации в соответствующем направлении.

В ходе анализа получены параметры регрессионных уравнений, представленные в таблице. Сопоставление фактических результатов наблюдений и расчетных значений деформаций представлено на рис. 2 (экспериментальные данные и аппроксимация для перемычки №3 не приводиться, т.к. они практически полностью совпадают с данными перемычки №2).

Регрессионные уравнения выявили постоянную составляющую деформаций, не зависящую от изменения нагрузки. Коэффициенты регрессионных уравнений позволяют уверенно говорить о существовании устойчивой связи между деформациями перемычек и давлением воды. Знаки регрессионных коэффициентов для соответствующих компонент напряжений совпадают для всех перемычек, а сами значения регрессионных коэффициентов имеют близкие значения.

Выводы:

1. На расстоянии 16 м от ближайшей дучки и наличии поворота конфигурации выработки на 90° отношение давления от уложенных в камеру хвостов к столбу воды сос-тавляет 1/850.

2. На расстоянии 7 м от ближайшей дучки отношение давления от уложенных в камеру хвостов к столбу воды составляет 1/22.

Таким образом, при принятой технологии складирования хвостов формирование нагрузок на перемычку происходит в основном от давления воды, что подтверждается результатами численного моделирования. ГИАБ

Коротко об авторах

Зинченко Алексей Владимирович – старший научный сотрудник, Федеральное государственное унитарное предприятие Всероссийский научно-исследовательский институт по осушению месторождений полезных ископаемых, защите инженерных сооружений от обводнения, специальным горным работам, геомеханике, геофизике, гидротехнике, геологии и маркшейдерскому делу (ФГУП ВИОГЕМ).