

УДК 552.12:624.131.54

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГОРНЫХ ПОРОД

К.Т.Тажибаев, М.Ж.Ормонов, И.Е.Лысенко

Институт геомеханики и освоения недр НАН КР

Развитие горнодобывающей отрасли, а также исследования новых проблемных вопросов горной науки требуют глубоких знаний о свойствах и состоянии горных пород. Физико-механические свойства и состояние горных пород являются одним из важных факторов, определяющих конструктивные особенности горнодобывающих машин, их производительность, параметры систем разработки полезных ископаемых, характер различных производственных процессов при добывании полезных ископаемых и их переработке, а также при проведении горных выработок различного назначения /1/.

С начала XX века область горной науки, занимающаяся изучением горных пород и полезных ископаемых применительно к задачам горного дела, сделала довольно серьезные успехи в разработке новых лабораторных и производственных методов исследования физико-механических свойств горных пород. Проведены массовые определения различных показателей свойств горных пород месторождений и гидротехнических сооружений находящиеся на территории Кыргызстана. В выполнении многолетних

исследований принимали участие видные деятели горной науки как Н.И. Ковшов, В.В. Торчинский, А.Б. Жакыпбеков, Ш.А. Мамбетов, Дж. Алымкулов, К.Тажибаев и др. /2/.

С развитием механизации и автоматизации производственных процессов, постепенный переход горных работ на более глубокие горизонты, поиски способов разрушения горных пород с использованием новых видов энергии, а также способов искусственного ослабления или упрочнения горных массивов – все это требует всесторонних знаний о свойствах и состоянии горных пород. В результате экспериментальных работ установлено, что прочностные и деформационные характеристики пород изменяются в зависимости от условий нагружения, размеров и формы образцов, температуры, влажности и пр.

Механические характеристики горных пород являются функциями многих факторов:

- ♦ факторы, зависящие от материала (структура, текстура, минералого-петрографический состав, крупность зерен, состав и свойства цемента и др.);
- ♦ особенности испытываемых образцов (размеры, форма, условия на контактах);
- ♦ внешняя среда (влажность, температура);
- ♦ характер механического нагружения.

На базе лаборатории «Исследования остаточных напряжений и механических свойств горных пород» было разработано программно-техническое обеспечение для определения прочностных и деформационных свойств горных пород, статическим методом. Разработка дает возможность наблюдать деформационных изменений образца, в режиме реального времени. Блок-схема устройств для измерения показана на рис.1.

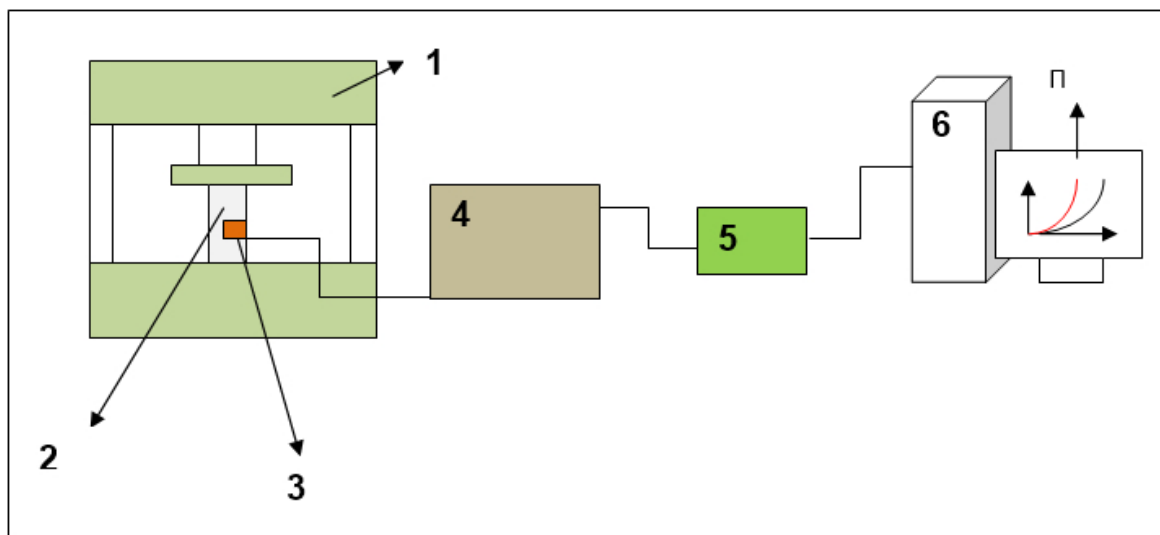


Рис. 1. Блок-схема комплекта устройств для измерения прочностных и деформационных свойств твердых материалов.

При нагружении гидравлическим прессом (1), образец (2) деформируется упруго и за пределами упругости пластически, вместе с деформацией образца изменяется сопротивление тензометрических датчиков (3) приклеенных на образец. Усилитель 8АНЧ-7М (4), с помощью мостовой схемы преобразует изменение сопротивления тензодатчиков под воздействием деформации в изменение напряжения постоянного тока. Аналоговый сигнал на выходе усилителя (4) с помощью аналого-цифрового преобразователя (5) преобразуем в цифровой сигнал для получения результатов измерения на персональном компьютере (6).

Программная часть получила вид, как показано на рис. 2, где график показывает упругую область деформирования образца.

При разработке измерительной системы мы получили опыт для автоматизации измерения деформации и других возможных процессов, происходящих в горных породах.

На практике приходится встречаться с различным характером нагружения горных пород. В большинстве случаев имеют место статические нагрузки, однако в горном производстве имеет место и

динамические нагружения породного массива (бурение, взрывание и т.д.).

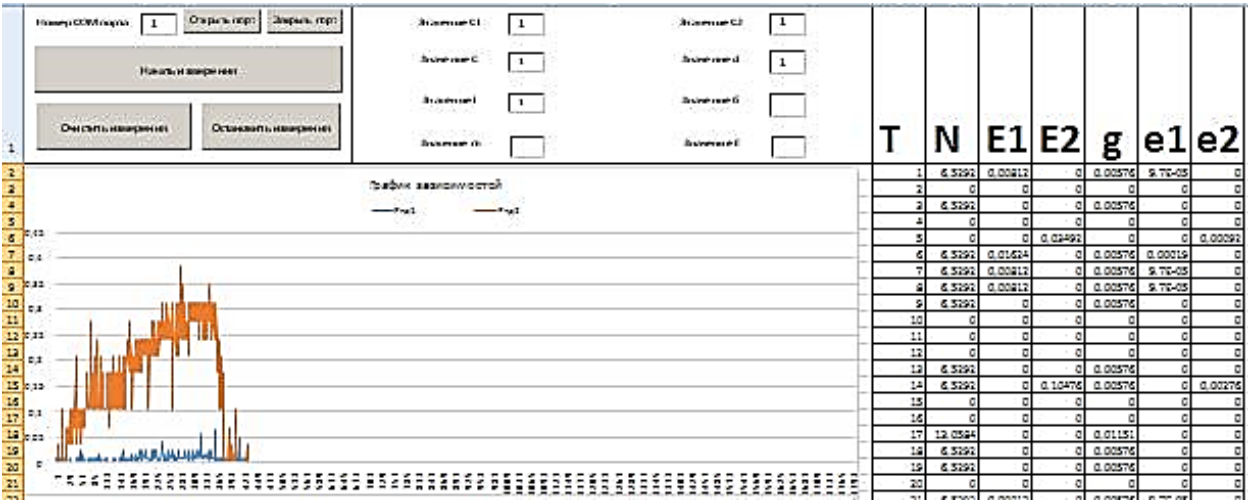


Рис. 2. Внешний вид программной части разработки измерительной системы.

При динамическом нагружении возникают силы инерции, ускорение частиц и волновые процессы. В процессе деформирования может участвовать не весь объем горной породы, а только его часть, обусловленная временем приложения нагрузки и скоростью распространения упругих волн напряжений в среде.

Из результатов исследования свойств упругости горных пород статическим и динамическим методами и при сравнении этих показателей (табл. 1) можно заметить, что они не всегда имеют равноценные значения. В одних случаях динамические показатели имеют большие величины, чем статические, а в других наоборот /1/.

Таблица 1

Результаты исследования упругих свойств горных пород статическим и динамическим методами /1/.

Порода	Модуль упругости, $E \cdot 10^5$, кг/см ²		Коэф-фициент Пуассона		Модуль сдвига, $C \cdot 10^5$, кг/см ²		Модуль объемной упругости, $C \cdot 10^5$, кг/см ²	
	стати-ческий	динами-ческий	стати-ческий	динами-ческий	стати-ческий	динами-ческий	стати-ческий	динами-ческий
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Известняк мраморизированный	7,1	6,0	0,42	0,22	2,50	2,22	14,8	3,6
Гранит-порфирит	6,6	6,4	0,38	0,26	2,40	2,40	9,2	4,4
Магнетит мелкозернистый	8,2	17,2	0,34	0,33	3,1	4,40	8,6	17,3
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Песчаник кварцевый	4,5	8,6	0,21	0,42	1,85	1,28	2,6	13,6
Руда железная окисленная	5,2	5,1	0,18	0,35	2,20	1,10	2,7	5,6
Известняк	2,25	5,6	0,29	0,27	1,8	2,20	1,8	4,09
Гранит	2,90	5,6	0,07	0,13	2,80	2,51	1,1	2,61
Оруденелый скарн	8,7	8,1	0,26	0,32	3,45	2,14	6,0	7,5

Сравнение модулей упругости, полученных статическим и динамическим методами, показывает, что динамический модуль упругости в большинстве случаев выше статического; при этом чем больше упругость, тем значительнее эта разница (в некоторых случаях 2 раза). Это объяснялось, до некоторой степени, пластичностью горных пород и методикой проведения испытаний. Значения коэффициента Пуассона, модуля сдвига и модуля объемной

упругости, полученные при статическом и динамическом нагружениях, существенно отличаются между собой. При сравнении можно заметить что между ними существует корреляционная зависимость, например: с увеличением скорости распространения продольной волны также увеличивается плотность горной породы и временное сопротивление сжатию. С увеличением временного сопротивления сжатию, увеличивается и твердость по Шору. Эта зависимость имеет криволинейный характер типа параболы рис. 3 /3/.

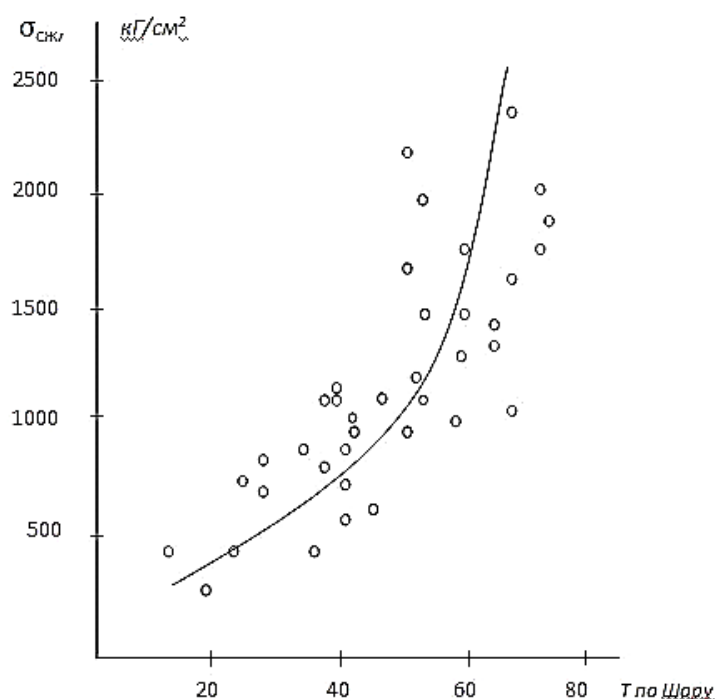


Рис. 3. Зависимость между временным сопротивлением сжатию и твердостью по Шору /3/.

Из приведенных данных видно, что между статическими и динамическими характеристиками горных пород существует корреляционные связи. Однако установить некоторые из этих связей пока еще не представлялось возможным из-за сравнительно небольшого количества экспериментальных данных.

В настоящее время задача сводиться к тому, чтобы накопить как можно больше фактических данных по скоростям прохождения волн в горных породах и по определению их свойств статическим методом.

Большое количество этих данных позволит установить зависимости между различными показателями горных пород, полученными статическим и динамическими методами и установить истинную причину существенной разницы динамических и статических деформационных характеристик.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильницкая Е. И., Тедер Р.И. Свойства горных пород и методы их определения. «Недра» 1969. 392 с.
2. Терметчиков М.К. Физико-механические свойства горных пород месторождений Киргизии и их корреляционный анализ. «Илим» 1979. 136 с.
3. Ватолин Е.С. Некоторые динамические свойства и природа деформирования горных пород. «Наука» 1966. 61 с.
4. Тажибаев К.Т. Физика горных пород. Методические указания к лабораторным работам. КРСУ 2008.41 с.