

*к. т. н., доц. Ларченко В. Г.,
мл. науч. сотр. Хоружая Н.В.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

ВЫСОКОТОЧНЫЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДЕФОРМАЦИЙ ПОДРАБОТАННОЙ ТОЛЩИ ГОРНЫХ ПОРОД

Приведений високоточний спосіб дослідження процесу зрушення гірничого масиву, заснований на методі натурних спостережень за допомогою глибинних реперів, багаторазово підвищений коефіцієнт точності визначення параметрів різниці швидкостей осідань і деформацій шаруваті товщі порід із застосуванням лазерного приладу.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

С каждым годом увеличивается глубина горных работ, размер и площадь мульды сдвижения. В зону сдвижения попадает все больше объектов и коммуникаций, геологических нарушений, балок и техногенных нарушений земной поверхности. Натурные наблюдения за сдвижением подработанной толщи при увеличении глубины подработки и скорости очистного забоя являются более трудоемкими, продолжительными и требуют больших материальных затрат, но являются наиболее достоверными.

Все эти обстоятельства свидетельствуют о необходимости комплексных исследований, включающих натурные наблюдения, анализ результатов ранее выполненных натурных наблюдений, теоретические исследования с целью установления местоположений сосредоточенных максимальных деформаций, разработки методики их расчета и рекомендаций по расположению новых объектов относительно действующих и запланированных выработок, и рекомендаций по планированию горных выработок под наиболее значимыми объектами, которые исключают концентрацию деформаций под ними при отработке свиты угольных пластов.

Анализ исследований и публикаций. Исследования параметров деформаций подработанной толщи пород проводят методами: натурных наблюдений, моделирования из эквивалентных материалов и теоретическим. В работе проф. Кузнецова Г.Н. [1] приведен способ измерения смещений модели с помощью зеркальных тензометров, основанный на измерении смещения точек модели толщи пород с

помощью отраженного зеркалом направленного луча света на экран в лаборатории, при этом отраженный от зеркала луч света виден на коротком расстоянии (до 20 м) и способ применяется только на моделях с прозрачными стенками.

В работах [2, 3] рассмотрен способ, основанный на исследовании параметров процесса сдвижения горного массива методом натуральных наблюдений с помощью глубинных реперов с механической связью, заложенных с поверхности в вертикальные скважины, в сочетании с частотными инструментальными наблюдениями за сдвижением обсадной трубы и земной поверхности, при этом визуально видеть процесс сдвижений и деформаций толщи пород невозможно; способ является трудоемким, требует квалифицированных точных частотных инструментальных измерений; установленная максимальная скорость оседаний глубинных реперов достигает 80 мм/сутки или $3,3 \text{ мм/час}$ и определяется только из результатов вычисления геометрического нивелирования. Поэтому очевидна необходимость в совершенствовании метода натуральных наблюдений, повышение их точности и снижении трудоемкости наблюдений.

Постановка задачи. Усовершенствовать способ определения параметров деформаций подработанной толщи пород и повысить точность наблюдений за счет применения лазерного прибора, значительно уменьшить трудоемкость наблюдений.

Изложение материала и его результаты. Выбор мер охраны подрабатываемых объектов производится на основе параметров процесса сдвижения горных пород. Наиболее достоверным из методов их определения является метод натуральных наблюдений. В настоящей статье предлагается его совершенствование, повышение точности наблюдений и снижение их трудоемкости.

Нами получен патент на полезную модель № 22619 от 25.04.2007 [4], внедрение которого значительно повысит точность используемого ранее [2, 3] метода наблюдений за деформацией подработанной толщи горных пород. Суть патента заключается в установке глубинных реперов, заложенных в пробуренные с поверхности вертикальные скважины с интервалом 5-15 м и оборудованные замерной станцией, согласно изобретению наблюдения за оседанием глубинных реперов и деформацией подработанного массива ведут на экране, установленном на расстоянии 300-500 м от наблюдательной станции, по движению луча лазерного прибора, объектив которого соединен с проволокой от глубинных реперов.

Необходимо на расстоянии 0,9-1 м от скважины с глубинными реперами 1 (рис.1), на высоте направляющих блоков на

шарикоподшипниках 5 установить на прочной неподвижной опоре вторую систему таких же блоков 11 (по числу глубинных реперов) с натяжными грузами 12 для создания горизонтального участка смещения проволоки 7 с отчетным индексом 4 от глубинного репера 1. Посредине между блоками 5 и 11 установлен на подставке 13 лазерный прибор 10 так, чтобы его объектив 9 касался проволоки 7 с припаянными кольцами 8. На объектив 9 лазерного прибора 10 надевается хомут с прикрепленным штифтом, который входит в кольцо 8 на проволоке 7. Оседание глубинного репера 1 относительно обсадной трубы 2 (деформация толщи), будет определяться движением проволоки 7 с отчетным индексом 4 на горизонтальном участке между блоками (5,11). Кольцом 8 через штифт синхронно будет поворачиваться объектив 9 лазерного прибора 10, скорость движения луча которого на установленном экране 6 на расстоянии 300-500 м от наблюдательной станции 3 будет увеличена в 1000-1515 раз и составит $0,9 - 1,3 \frac{\text{мм}}{\text{сек}}$, а значит, будет видна невооруженным глазом на градуированном экране.

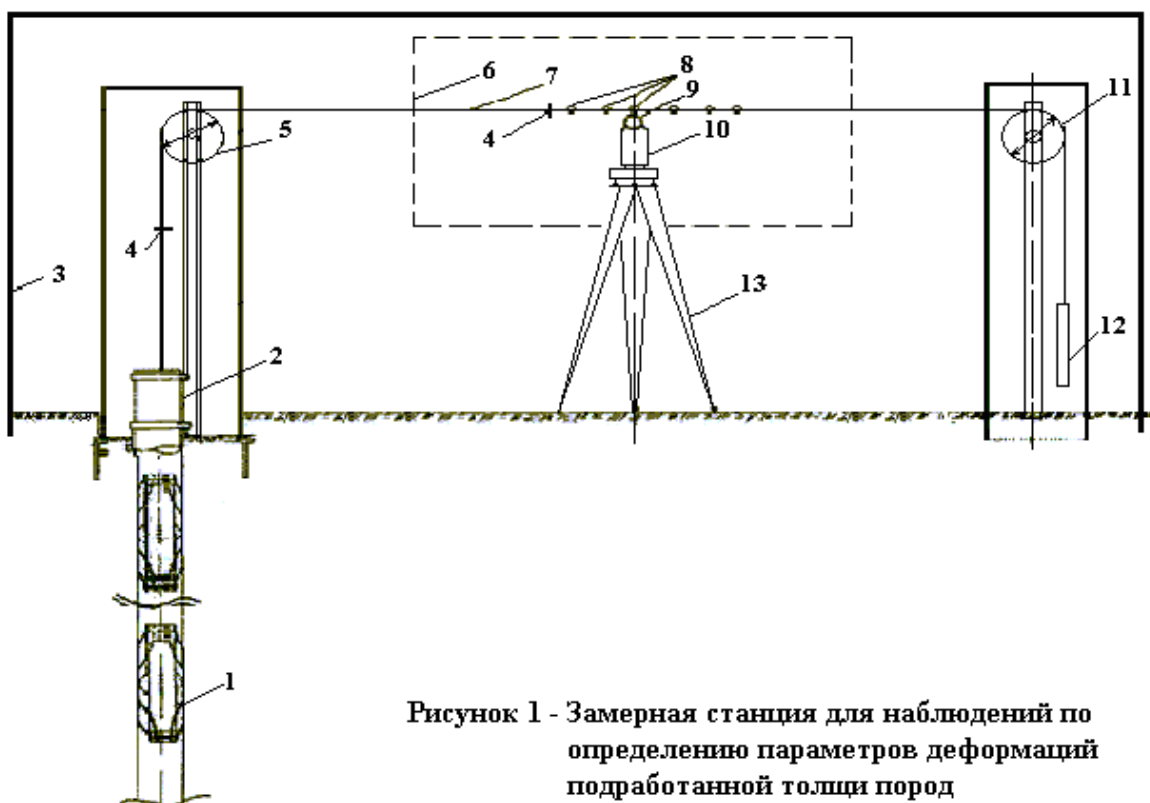


Рисунок 1 - Замерная станция для наблюдений по определению параметров деформаций подработанной толщи пород

Схема наблюдения за параметрами деформаций подработанной толщи (рис. 2) представляет собой изображение лазерного прибора в виде его оси вращения 14, объектива 9, проволоки 7 от глубинного репера, экрана б.

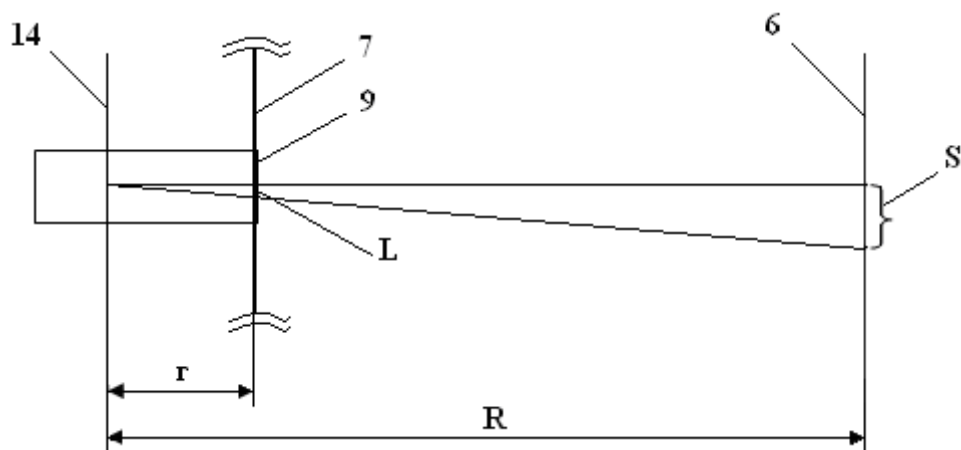


Рисунок 2 – Схема наблюдения параметров деформаций подработанной толщи горных пород.

Максимальная скорость деформаций подработанной толщи рассчитывается по формуле:

$$V_{\varepsilon} = \frac{\Delta V_{\text{толщи}}}{t} = 75 \frac{\text{мм}}{\text{сутки}}; \quad (1)$$

где ΔV_t - разность скоростей оседаний земной поверхности и нижнего глубинного репера, равная $75 \frac{\text{мм}}{\text{сут}}$ [2, 3];

t – единица времени оседания, $t=1$, сут.

Коэффициент увеличения определения параметров деформирования подработанной толщи при измерении лазерным прибором (типа ЛУН – 7) (рис. 2) с дальностью действия 300-500 м составил:

$$\frac{S}{L} = \frac{R}{r} = k; \quad (2)$$

где L – смещение объектива лазерного прибора, м

S – смещение луча лазера на экране, м

При установке экрана на расстоянии 330 м k будет равен:

$$k = \frac{R}{r} = \frac{330\text{м}}{0,33\text{м}} = 1000 \quad (3)$$

где r - расстояние от оси лазерного прибора до его объектива, м;

R - расстояние от экрана до оси лазерного прибора (лазерного указателя направлений ЛУН-7, или лазерного визира ЛВ-5), м [5].

При установке экрана на расстоянии 500 м k будет равен:

$$k = \frac{500\text{м}}{0.33\text{м}} = 1515; \quad (4)$$

Такие коэффициенты увеличения точности измерений позволяют скорость и величины деформаций подработанной толщи пород с использованием ЛУН-7 наблюдать в натуре невооруженным глазом на экране по движению луча лазерного прибора, где скорость смещения его на градуированном экране будет составлять:

$$V = \frac{L}{t} \times k; \quad (5)$$

где L – расстояние прохождения луча лазерного прибора на экране в единицу времени t .

При $k = 1000$ и $\Delta V = 75\text{мм}/\text{сут}$, [2, 3], $t=1$.

$$\Delta V = 75\text{мм}/\text{сут} = 3,125\text{мм}/\text{час} \times 1000 = 52,1\text{мм}/\text{мин} = 0,87\text{мм}/\text{сек} \approx 0,9\text{мм}/\text{сек}$$

$$\text{При } k = 1515 \Delta V = 75\text{мм}/\text{сут} = 3,125\text{мм}/\text{час} \times 1515 = 78,9\text{мм}/\text{мин} = 1,3\text{мм}/\text{сек}$$

Такая скорость смещения луча лазерного прибора на градуированном экране будет видна невооруженным глазом.

Выводы и направление дальнейших исследований.

1. Разность скоростей оседаний земной поверхности и глубинного репера в $75\text{мм}/\text{сут}$, увеличенную в 1000-1515 раз можно будет видеть невооруженным глазом по движению лазерного луча на

градуированном экране со скоростью до $1,3 \frac{\text{мм}}{\text{сек}}$ без участия маркшейдера, исключив влияние человеческого фактора.

2. Полученный коэффициент увеличения точности от 1000 до 1515 раз позволит установить периодические изменения скоростей оседания глубинных реперов и деформаций подработанной толщи пород, вызванные периодическими обрушениями основной кровли и определить шаг их осадки.

3. Предлагаемый способ дает возможность более точно установить параметры деформирования пород и зависимость скорости оседаний и деформаций толщи горных пород от скорости подвигания очистного забоя.

4. Полученный патент также может быть использован при определении: конвергенции пород в горных выработках, оползней земной поверхности, деформаций зданий на подрабатываемых территориях, при определении влияния массовых взрывов на устойчивость грунтовых реперов при открытых разработках и при решении других инженерных задач.

5. Внедрение указанного способа позволит значительно снизить трудоемкость натуральных наблюдений и повысить их комфортабельность.

Приведенный высокоточный способ исследования процесса сдвижения горного массива, основанный на методе натуральных наблюдений с помощью глубинных реперов, многократно повышен коэффициент точности определения параметров разности скоростей оседаний и деформаций слоистой толщи пород с применением лазерного прибора.

The resulted high-precision method of research of moving process in the mining range, based on the method of natural supervisions by deep reперов, increases repeatedly the coefficient of accuracy of definition parameters of a difference in the speeds of subsidence and deformations of layered thickness of breeds with the use of laser device.

Библиографический список.

1. Моделирование проявлений горного давления / Г.Н.Кузнецов [и др.]. – Ленинград: Недра, 1968. – 186 с.

2. Ларченко В.Г. Сдвижение и деформация подработанной толщи горных пород /В.Г. Ларченко // Горный журнал. – 1977. – №10. – С. 36-39.

3. Ларченко В.Г. Механизм сдвижения толщи горных пород над движущимся очистным забоем / В.Г. Ларченко // Горный журнал. – 1979. – №7. – С. 24- 25.

4. Пат. 22619 У Україна, МПК⁸ G 01 C 15/02 Спосіб визначення швидкості деформації підробленої товщі порід/ В.Г. Ларченко, Н.В. Хоружа (Україна); Донбаський державний технічний університет (Україна). - № и 200612806, заявл. 04.12.2006; опубл. 25.04.2007, Бюл. № 5. – 3 с.: іл.

5. Лазерный визир ЛВ5М. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. ЛВ5М- 00.00.000 ТО. – Харьков, 1976. – 20 с.

*Рекомендовано к печати
д. т. н., проф. Клишиным Н.К.*