

УДК 622.834

Хоружая Н. В.
(ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР)

МОНИТОРИНГ ТРАЕКТОРИИ ПОЛНОГО ВЕКТОРА СДВИЖЕНИЯ ТОЧЕК ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Приведен способ мониторинга траектории полного вектора сдвижения точек земной поверхности на градуированном экране. На экранах через требуемые интервалы времени отмечается неподвижный луч лазерного прибора в виде шаблона, вырисовывая, таким образом, в совокупности траекторию полного вектора сдвижения точек земной поверхности. Погрешность определения на экране параметров сдвижений сводится к минимуму путем введения поправок.

Ключевые слова: лазерный луч, оседания, сдвижение, экран, номограмма изменения поправок, траектория полного вектора сдвижения.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Процесс сдвижения горных пород, достигая земной поверхности, деформирует ее и находящиеся на ней здания и сооружения. Для обоснованного выбора мер охраны инженерных сооружений и природных объектов необходимо определить параметры процесса сдвижения земной поверхности.

Данные параметры определяются традиционным способом натурных наблюдений [1]. Традиционный способ натурных наблюдений, основанный на том, что до подработки на земной поверхности закладывают наблюдательную станцию, состоящую из одной - трех профильных линий реперов, делают их привязку к пунктам государственной геодезической сети (ГГС) и выполняют до подработки две серии исходных наблюдений, а затем при подработке выполняют периодические наблюдения вплоть до окончания процесса сдвижения, определяя при этом высотные отметки всех реперов, длины линий между реперами и отклонение их от створа.

Недостатками такого способа является большая трудоемкость линейных измерений и геометрического нивелирования, применение способа возможно при условии заложения на земной поверхности профильной линии соответствующей дли-

ны (от 1,2 до 1,5Н, где Н – глубина подработки, м), то есть в открытой и доступной местности.

Анализом результатов частотных наблюдений В.Г. Ларченко установлено [2], что при равномерном подвигании очистного забоя каждый отдельный репер (или точка земной поверхности), попадающий после подработки в плоское дно, в процессе сдвижения описывает такую же траекторию, как и все реперы определенного участка L_0 профильной линии, расположенной в главном сечении мульды сдвижения, на одно наблюдение.

Недостатком указанного способа определения сдвижений и деформаций земной поверхности является то, что оседания, горизонтальные сдвижения, и построенная по ним траектория полного вектора сдвижения точек, получены трудоемким методом натурных наблюдений, способ применим только в открытой и доступной местности. Поэтому целесообразно применить новый способ наблюдений на труднодоступных участках [3].

Постановка задачи. Усовершенствование нового метода мониторинга за сдвижением и деформацией земной поверхности, а также получение полного вектора сдвижения земной поверхности с

учетом введения поправок в горизонтальные сдвигения.

Изложение материала и его результаты.

Определить параметры процесса сдвигения земной поверхности можно новым разработанным способом наблюдений на труднодоступных участках [3], который позволит сократить трудоемкость работ и применить его на том участке, где нет возможности заложить профильную линию требуемых размеров. Так же получить полную траекторию сдвигения точек земной поверхности по отмеченным на градуированных экранах неподвижным лучам стационарных двух (трех) лазерных приборов (рис.1), а значит определить параметры процесса сдвигения над движущимся очистным забоем.

Наблюдения фиксируем на градуированных экранах по неподвижным лучам стационарных двух (трех) лазерных приборов через определенные (требуемые) интервалы времени, вырисовывая, траекторию полного вектора сдвигения, показанную на рисунке 2.

От исходного положения луча лазерного прибора на градуированном экране определяются оседания η и горизонтальные сдвигения ξ на каждую дату (и час) наблюдений.

Одновременно, аналогично определив оседания и горизонтальные сдвигения на соседнем репере (экране), по известным

формулам вычислим наклоны i , горизонтальные деформации ε , и, как отмечалось выше, при установке трех лазерных приборов и третьего экрана можно вычислить и кривизну K .

Посредине экрана подвешивается отвес для контроля наклона репера с экраном по градуированной миллиметровой шкале. Отвес применяем длиной 1 м, тогда наклоны экрана соответственно будем получать на шкале $1 \frac{мм}{м}$ (9, рис.2), то есть размерностью 1×10^{-3} .

По нижней стороне экрана сделаем разбивку в интервале $\Delta = \pm(1 \div 50)$ мм. Высота экрана принимается $h = 1000$ мм. Рассчитаем угол возможного отклонения отвесной линии от вертикали по формуле (1):

$$\delta = \arctg \frac{\Delta}{h}, \text{ град.}, \quad (1)$$

где Δ - 1 деление шкалы (интервал разбивки экрана по горизонтали), $\Delta = \pm(1 \div 50)$, мм;

h - высота экрана, равная 1000 мм;

δ - угол отклонения отвесной линии от вертикали.

Дальнейшее вычисление углов сведем в таблицу 1.

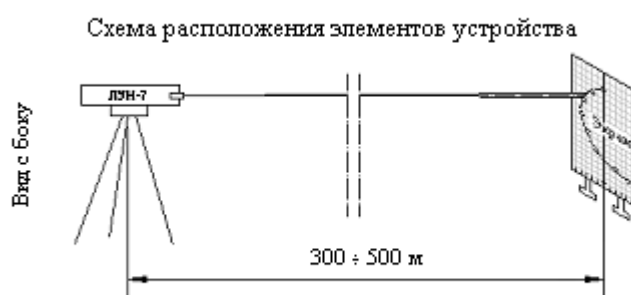


Рисунок № 1 – Схема определения сдвигений и деформаций земной поверхности на труднодоступных участках (вид с боку)

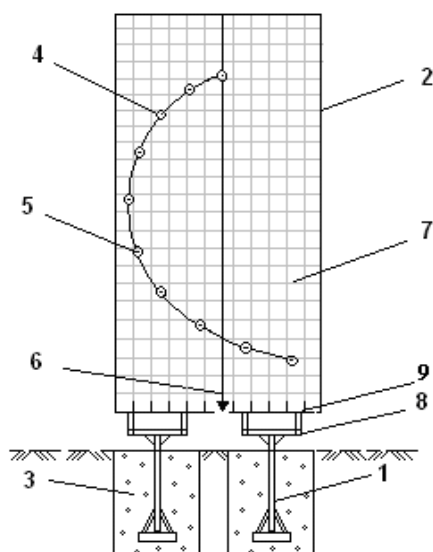


Рисунок № 2 – Грунтовый репер с экраном: 1 – грунтовый репер; 2 – экран; 3 – бетон; 4 – пятно-шаблон ЛУН; 5 – центр пятна ЛУН; 6 – отвес; 7 – градуированная шкала экрана; 8 – кронштейн крепления экрана, 9 – шкала определения наклона экран

Таблица 1 — Вычисление углов отклонения отвесной линии от вертикали при $h = 1000$ мм

Δ , мм	1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	-1	-5
δ	град.	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	-0	-0
	мин.	03	17	34	51	08	25	43	00	17	34	03	11
	сек.	26	11	23	34	45	56	06	16	26	36	45	26

Из таблицы 1 видно, что углы отклонения δ в интервалах $\Delta = \pm(0 \div 50)$ мм изменяются не значительно, поэтому расчеты были произведены до значения деления шкалы $\Delta = -5$ мм.

С помощью номограммы (рис.3), можно графически на экране определить истинную величину изменения горизонтальных сдвижений, ввести поправки в формулу вычисления горизонтальных сдвижений, исключив погрешность вычислений. Сведем результаты полученных поправок в таблицу 2.

Значения $\Delta \xi_m$ определялось до оседания 900 мм, так как максимальное оседание при $m = 1$ м в условиях Западного Донбасса составляет $\eta_m = 870$ мм [8]. От

носительная погрешность определения линейных параметров составляет $\frac{1}{35000}$.

носительная погрешность определения линейных параметров составляет $\frac{1}{35000}$.

Ниже приведена номограмма поправок в горизонтальные сдвижения $\Delta \xi$, мм (рис.3).

Последовательность наблюдений с помощью приведенного способа:

- открыть защитный корпус и включить лазерные приборы;
- на экранах зафиксировать маркером точки, которые отмечают лучи лазерных приборов с помощью трафарета;
- сфотографировать каждый экран, где на снимке указать дату и время наблюдений;

ГОРНЫЕ НАУКИ

- определить положение очистного забоя на каждую дату и час наблюдений.

На экране и по совокупности снимков получим полную траекторию сдвижения

Таблица 2 – Результаты поправок в горизонтальные сдвигения

Оседания, мм	Изменение горизонтальных сдвижений $\Delta\xi$, мм
100	$\pm 1,6$
200	$\pm 3,2$
300	$\pm 4,8$
400	$\pm 6,4$
500	$\pm 8,0$
600	$\pm 9,6$
700	$\pm 11,2$
800	$\pm 12,73$
900	± 14

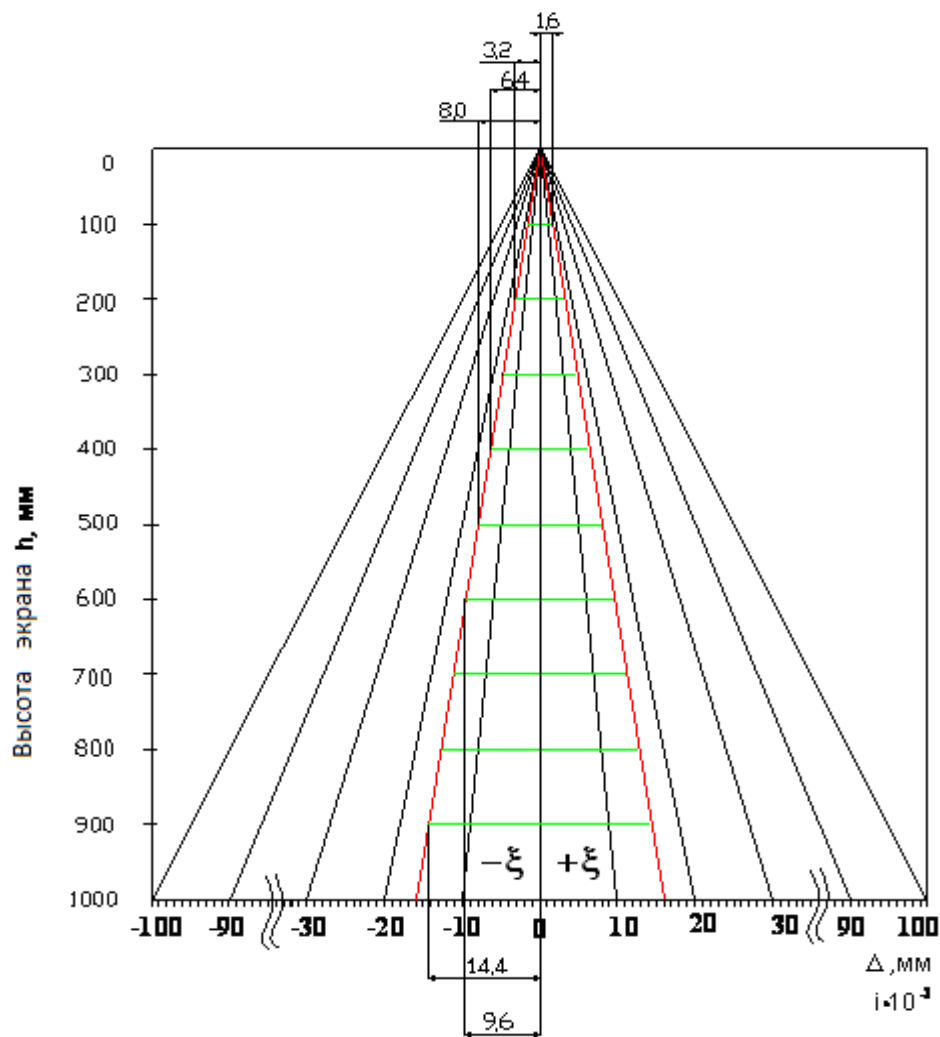


Рисунок № 3 – Номограмма изменения поправок горизонтальных сдвижений $\Delta\xi$, мм

точек, а в конечном итоге – определим все параметры процесса сдвижения исследуемого участка земной поверхности над движущимся очистным забоем [2].

Выводы и направление дальнейших исследований.

Внедрение предлагаемого способа определения сдвижений и деформаций земной поверхности обеспечит по сравнению с существующими способами следующие преимущества:

1. Позволит получить траекторию полного вектора сдвижения точек земной по-

верхности с учетом введения поправок в горизонтальные сдвижения и определить параметры процесса сдвижения;

2. Позволит значительно уменьшить трудоемкость и повысить комфортабельность работ;

3. Даст возможность производства наблюдений в труднодоступных участках земной поверхности (застроенной, заболоченной, пересеченной местности), где нет возможности заложить профильную линию реперов соответствующей длины.

Библиографический список

1. ГСТУ 101.00159226.001 – 2003. Правила підробки будівель, споруд і природних об'єктів при видобуванні вугілля підземним способом: Введ. 01.01.2004. — Київ, 2004. — 128 с.

2. Ларченко В. Г. Графоаналитический способ расчета сдвижений и деформаций земной поверхности во времени / В. Г. Ларченко, Е. Г. Петрук // Горный журнал: Известие вузов, 1976. — №8. — С. 45-50.

3. Пат. України 25436, МПК G01C 15/02 Спосіб визначення осідань і горизонтальних зрушень земної поверхні на важкодоступних ділянках / В. Г. Ларченко, Н. В. Хоружа; № 200703208; заявл. 26.03.2007; опубл. 10.08.2007, Бюл. № 12. — 4 с.

*Рекомендована к печати к.т.н., доц. Мележигом А.И.,
Главным маркшейдером шахты «им. XIX съезда КПСС» Кияненко Н.А.*

Хоружа Н.В. (ДонДТУ, м. Алчевськ, ЛНР)

МОНІТОРИНГ ТРАЄКТОРІЇ ПОВНОГО ВЕКТОРА ЗРУШЕННЯ ТОЧОК ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ

Наведений спосіб моніторингу траєкторії повного вектора зрушення точок земної поверхні на градуйованому екрані. На екранах через необхідні інтервали часу відзначається нерухомий промінь лазерного приладу у вигляді шаблону, вимальовуючи, таким чином, в сукупності траєкторію повного вектора зрушення точок земної поверхні. Похибка визначення на екрані параметрів зрушень зводиться до мінімуму шляхом введення поправок.

Ключові слова: лазерний промінь, осідання, зрушення, екран, номограма зміни поправок, траєкторія повного вектора.

Khoruzhaia N.V. (DonSTU, Alchevsk, LPR)

MONITORING OF FULL VECTOR PATH FOR SURFACE POINTS SHIFT

The way of monitoring the full vector path for surface points shift was showed on a screen graticule. On the screens a fixed beam of a laser device is marked in required intervals in the form of a pattern, in this way drawing for a total a full vector path for surface points shift. Definition error on the screen for shift parameters is minimized by making a correction.

Key words: laser beam, yielding, shift, screen graticule, graphical chart of correction changing, full vector path.