

УДК 622.834

НОВАЯ МЕТОДИКА МОНИТОРИНГА ЗА СДВИЖЕНИЕМ И ДЕФОРМАЦИЯМИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ И ПОДРАБАТЫВАЕМЫХ ОБЪЕКТОВ

Хоружая Н. В.

(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)

Запропонована нова методика спостережень за зрушенням і деформаціями земної поверхні і об'єктів, які підробляються, дана методика дозволяє підвищити точність і автоматизувати моніторинг за деформаціями будинків і споруджень на найбільш небезпечних ділянках.

It is offered the technique of supervision over a motion and deformation of a terrestrial surface and working up objects which allows to raise accuracy and to automate monitoring over deformations of buildings and constructions on the most dangerous sites.

Сдвигение и деформирование земной поверхности вызывает деформацию расположенных на подрабатываемых территориях зданий, сооружений и природных объектов, оказывают на них неблагоприятное воздействие.

Исследование закономерностей деформаций земной поверхности над горными выработками является важнейшей задачей, от решения которой существенно зависит устойчивость зданий и сооружений, расположенных на подрабатываемых территориях. Наиболее эффективным методом получения параметров деформаций земной поверхности являются инструментальные периодические высокоточные маркшейдерские наблюдения.

Наблюдения за деформациями конструкций являются весьма трудоемкими, сложными и требуют продолжительного времени. Поскольку деформации основания и конструкций нарастают

постепенно, и зафиксировать их представляется возможным только после достижения величин, превышающих пределы точности. Более того, регулярные наблюдения позволяют постепенно выявлять различные условия, указывающие на отдельные стороны закономерностей возникновения повреждений, что обязывает наблюдателей совершенствовать конструкцию наблюдательных станций или методику наблюдений [1].

Анализ публикаций по рассматриваемой теме свидетельствует, что во многих случаях по причине застроенности территорий, под реками, водоемами или лесными массивами без ущерба для последних нет возможности заложить наблюдательную станцию требуемых размеров. Традиционный способ наблюдений за подрабатываемыми зданиями и сооружениями весьма трудоемкий и не комфортабельный, особенно при ежегодном увеличении глубины подработки, когда увеличивается длина профильных линий, продолжительность процесса сдвижения, что вызывает увеличение объема и стоимости натуральных наблюдений.

Разработка совместно с доц. Ларченко В. Г. новых методов [2, 6 – 8] наблюдений за сдвижением земной поверхности и подрабатываемых объектов является одной из актуальных задач, решение которых позволит расширить условия их применения, вести постоянный мониторинг за подрабатываемыми объектами, повысить точность и комфортность наблюдений, снизить трудоемкость работ.

Графоаналитический способ расчета сдвижений и деформаций земной поверхности [3], основанный на натуральных наблюдениях по профильным линиям требуемых размеров имеет существенные недостатки, такие как: необходимость заложения на земной поверхности наблюдательной станции соответствующих размеров и производство трудоемких частотных инструментальных наблюдений. Поэтому предлагается новый способ натуральных наблюдений на труднодоступных подрабатываемых участках земной поверхности [2]. Способ основан на использовании двух (трех) стационарных лазерных приборов (ЛУН-7, ЛУН-9), установленных вне зоны влияния очистных работ, установки двух (трех) экранов на труднодоступных подрабатываемых участках (вместо реперов профильной линии) и фиксации на экранах с не-

обходимым интервалом времени положения неподвижных лучей лазерных приборов (рис. 1).

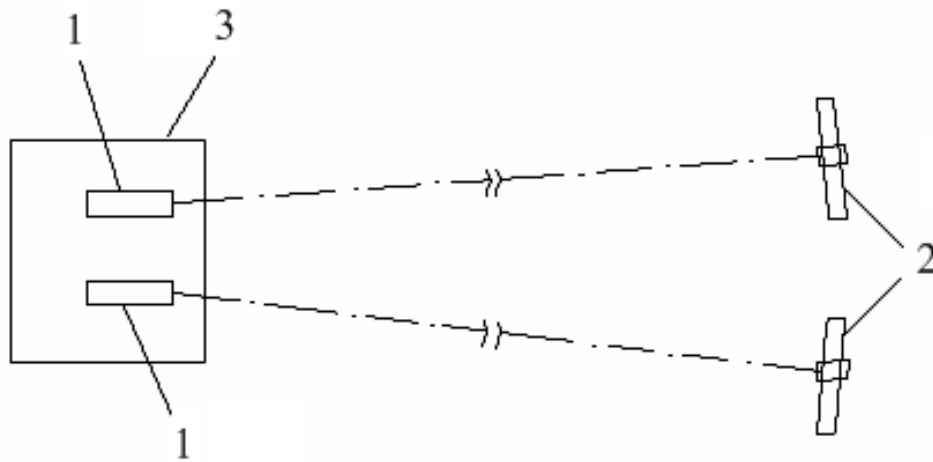


Рис. 1. Схема определения оседаний и горизонтальных сдвижений земной поверхности на труднодоступных участках: 1 – лазерный прибор (ЛУН-7); 2 – экран (репер); 3 – защитный корпус

Изображение луча лазерного прибора на градуированном экране можно снимать современным цифровым фотоаппаратом или фотокамерой, что позволит по совокупности снимков получить полную траекторию сдвижения точек, а в конечном итоге – определить все параметры процесса сдвижения исследуемого участка земной поверхности.

Меры охраны определяют по максимальным значениям горизонтальных и вертикальных деформаций в конкретных горно-геологических условиях на любом участке мульды сдвижения, величины которых и зависимость от определяющих факторов установлены натурными наблюдениями [4]. Как известно, одним из основных факторов, влияющих на параметры мульды сдвижения земной поверхности или подрабатываемых сооружений, является глубина разработки (рис. 2) [5]. С увеличением глубины разработки увеличивается длина мульды сдвижения земной поверхности, и поэтому длина профильной линии может достигнуть более 1 км (табл. 1). При подработке сооружений или на любом новом участке для определения максимальных горизонтальных и

вертикальных деформаций достаточно заложить 2 (3) репера с интервалом $10 \div 30$ м и установить устройство [6], которое позволяет вести мониторинг деформаций исследуемого сооружения или участка земной поверхности, записывая отсчеты или снимая их фотокамерой или цифровым фотоаппаратом, не влияя на их величины.

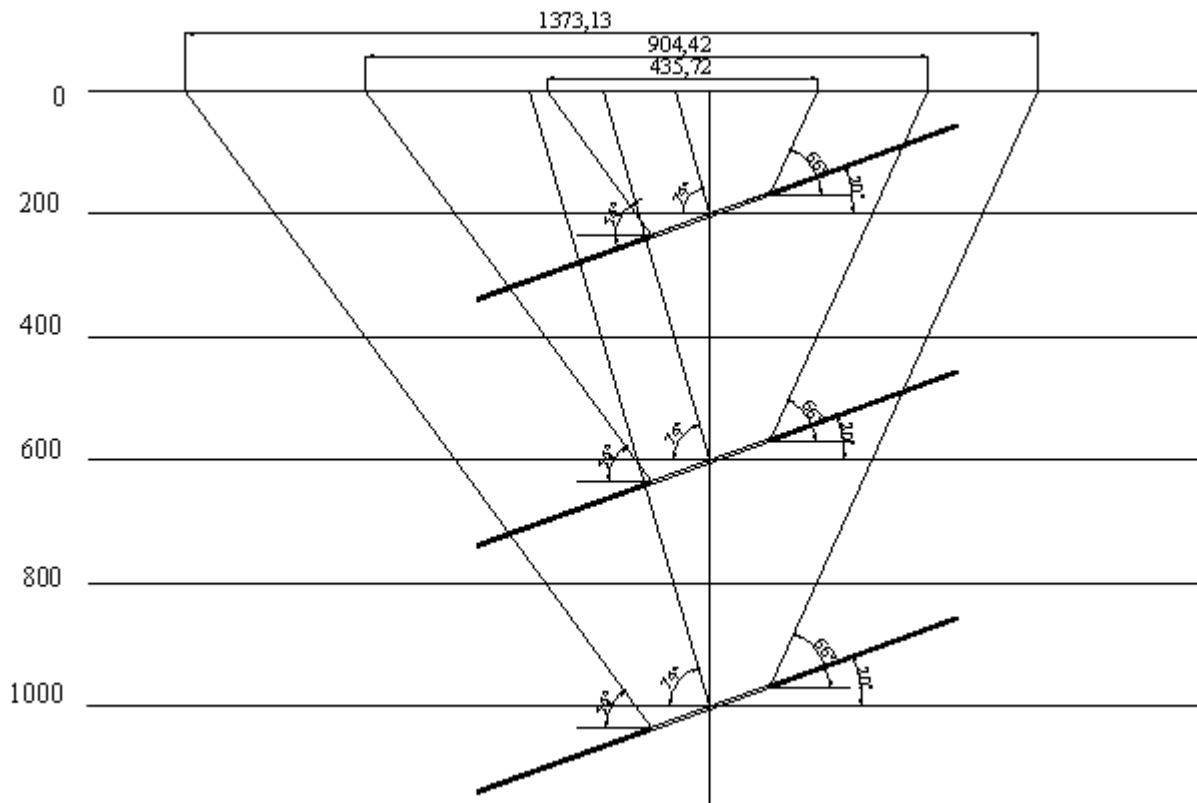


Рис. 2. Схема для определения размеров мульды сдвижения земной поверхности: угол падения пласта $\alpha = 20^\circ$, ширина выработанного пространства $D = 200$ м, глубина разработки $H = 200 \div 1000$ м, угловые параметры взяты для условий Центрального Донбасса [5] без учета четвертичных отложений

Предложено устройство для измерения горизонтальных и вертикальных деформаций земной поверхности или подрабатываемых сооружений [6 - 8], которое позволяет автоматизировать мониторинг за деформациями зданий, коммуникаций на наиболее опасных участках. Его относительная погрешность

$T = \frac{1}{40000000} \div \frac{1}{60000000}$ в 40÷60 раз выше максимальной точности линейных измерений, что позволяет расширить его область применения для определения деформаций уникальных инженерных сооружений (АЭС, ТЭЦ, плотин гидроэлектростанций и т.д.), деформаций оползнеопасных участков, деформаций земной поверхности на выходах тектонических нарушений или деформаций оборудования цехов.

Таблица 1

Зависимость длины мульды L от глубины разработки H

$L, \text{ м}$	435,7	904,4	1373,1
$H, \text{ м}$	200	600	1000

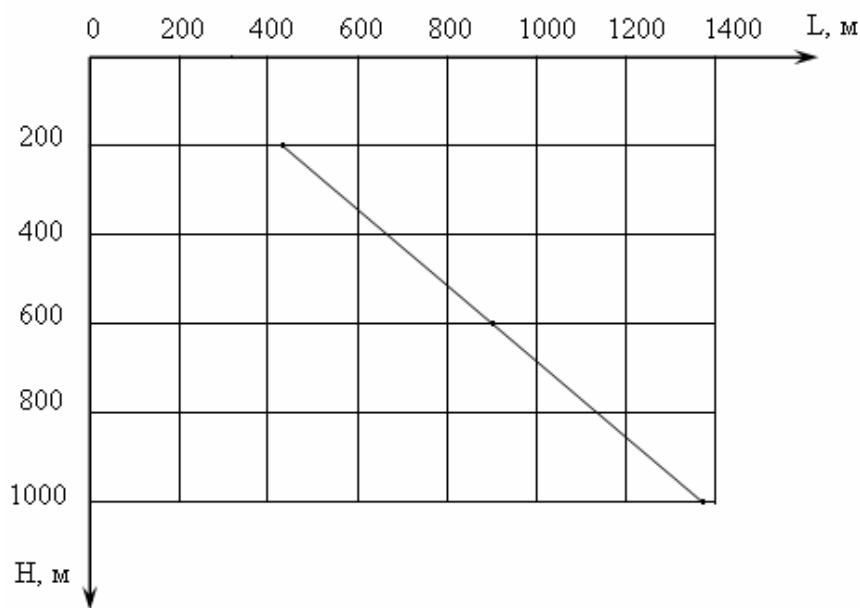


Рис. 3. График зависимости длины мульды сдвига от глубины подработки

Выполненный расчет [9] показывает, что применение новых способов и устройств [2, 6, 10] позволяет экономить до 70 тыс. грн. на одной наблюдательной станции по сравнению с традиционными наблюдениями.

Внедрение новых способов и устройств приближает маркшейдерскую службу к автоматизации и комфортности натуральных

наблюдений. Для чего перед измерительным устройством или экраном 1 (рис. 4) необходимо стационарно установить цифровой фотоаппарат (или фотокамеру) с автоматическим приводом 2, лампу подсветки 3 для улучшения качества фотоснимков, часовой механизм 4 для приведения в действие фотоаппарата и лампы подсветки. Устройство изолируется от внешних факторов защитным ящиком 5.

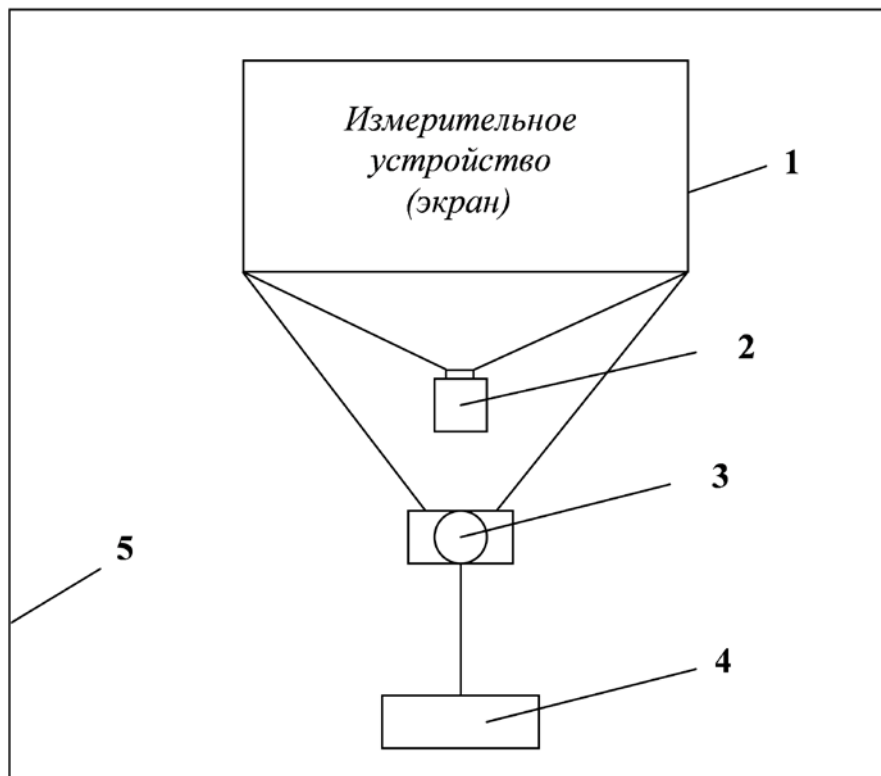


Рис. 4. Схема автоматической регистрации натурных наблюдений за деформацией горных пород или подрабатываемых объектов: 1 – измерительное устройство (экран); 2 – фотоаппарат с автоматическим приводом и записывающим устройством (картой памяти); 3 – лампа подсветки для улучшения качества снимков; 4 – часовой механизм, приводящий в действие лампу подсветки и фотоаппарат; 5 – защитный ящик для изолирования устройства от внешних факторов

Вывод: предложенные способы и устройства для наблюдений обеспечивают по сравнению с существующими следующие преимущества:

- многократно повышают точность наблюдений (до 1500 раз) и их комфортность;
- значительно уменьшают трудоемкость и стоимость наблюдений;
- исключают влияние внешнего и человеческого фактора на результаты наблюдений;
- расширяют число потенциальных пользователей данной методикой;
- позволяют автоматизировать натурные наблюдения.

СПИСОК ССЫЛОК

1. Кренида Ю.Ф. Результаты наблюдений за деформациями и повреждениями здания в сложных условиях эксплуатации / Ю.Ф. Кренида, В.Н. Борисенко // Наукові праці ДонНТУ. Сер. гірничо-геологічна. – Донецьк, 2008. – Вип. 7 (135). – С. 97 – 103.
2. Пат. 25436 Україна, МПК (2007), G 01 C 15/02. Спосіб визначення осідань і горизонтальних зрушень земної поверхні на важкодоступних ділянках / В.Г. Ларченко, Н.В. Хоружа (Україна); Донбаський державний технічний університет (Україна). – № и 200703208, заяв. 26.03.2007, опубл. 10.08.2007, Бюл. № 12. – 4 с.: іл.
3. Ларченко В.Г. Графоаналитический способ расчета сдвижений и деформаций земной поверхности во времени / В.Г. Ларченко, Е.Г. Петрук // Известие ВУЗов. Горный журнал. – 1976. – № 8. – С. 45 – 50.
4. Ларченко В.Г. Практические результаты исследований деформаций земной поверхности при отработке свиты пологих угольных пластов / В. Г. Ларченко // Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників – 2009». – Днепропетровск: НГУ. – 2009. – С. 222 – 230.
5. Правила підробки будівель, споруд і природних об'єктів при видобуванні вугілля підземним способом. Видання офіційне //

- Мінпаливенерго України. – Київ. – 2004. – 128 с. – (Нормативний документ Мінпаливенерго України. Правила).
6. Пат. 35377 Україна, МПК (2008), G 01 C 3/08. Пристрій для виміру горизонтальних і вертикальних деформацій товщі гірничих порід і споруд земної поверхні / В.Г. Ларченко, Н.В. Хоружа (Україна); Донбаський державний технічний університет (Україна). – № u 200805642, заяв. 30.04.2008, опубл. 10.09.2008, Бюл. № 17. – 4 с.: іл.
 7. Пат. 31047 Україна, МПК (2007), G 01 C 3/08. Пристрій для виміру горизонтальних деформацій земної поверхні або підробляємих будинків / В.Г. Ларченко, Н.В. Хоружа (Україна); Донбаський державний технічний університет (Україна). – № u 200712444, заяв. 09.11.2007, опубл. 25.03.2008, Бюл. № 6. – 4 с.: іл.
 8. Пат. 47899 України, МПК (2009), G01C 3/08. Спосіб підвищення точності спостережень за горизонтальними деформаціями земної поверхні і споруджень, які підробляються / В. Г. Ларченко, Н. В. Хоружа (Україна); ДонДТУ. – № u 200909875; Заявл. 28.09.2009; Опубл. 25.02.2010. Бюл. № 4. – 4 с.
 9. Ларченко В.Г. Эффективность новых способов наблюдений за сдвижением и деформациями горных пород и подрабатываемых объектов / В.Г. Ларченко, Е. А. Денисенко, Н. В. Хоружая // Сб. науч. тр. ДонГТУ. – Алчевск, 2009. – Вып. 29. – С. 54 – 60.
 10. Пат. 22619 України, МПК (2006), G01C 15/02 Спосіб визначення швидкості деформацій підробленої товщі порід / В. Г. Ларченко, Н. В. Хоружа. № u 200612806; Заявл. 04.12.2006; Опубл. 25.04.2007. Бюл. № 5. – 6 с.