

*к.т.н. Ларченко В. Г.,
Денисенко Е. А., Хоружая Н. В.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

ЭФФЕКТИВНОСТЬ НОВЫХ СПОСОБОВ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА СДВИЖЕНИЕМ И ДЕФОРМАЦИЯМИ ГОРНЫХ ПОРОД И ПОДРАБАТЫВАЕМЫХ ОБЪЕКТОВ

Наведені нові способи та пристрої для спостережень за зрушенням гірничих порід та підроблюваних об'єктів, показані переваги нових способів та пристроїв, порівняльний аналіз традиційного способу спостереження і нового, економічна ефективність від впровадження нових способів і пристроїв.

Ключові слова: *зрушення та деформації гірничих порід, переваги, економічна ефективність, порівняльний аналіз, способи та пристрої для спостереження за зрушенням гірничих порід.*

Приведены новые способы и устройства для наблюдений за сдвижением горных пород и подрабатываемых объектов, показаны преимущества новых способов и устройств, сравнительный анализ традиционного способа наблюдения и нового, экономическая эффективность от внедрения новых способов и устройств.

Ключевые слова: *сдвигения и деформации горных пород, преимущества, эффективность, сравнительный анализ, способы и устройства для наблюдения за сдвижением горных пород.*

Основным источником знаний о процессе сдвижения и его параметрах являются натурные инструментальные наблюдения на земной поверхности, в горных выработках и за глубинными реперами, заложенными в пробуренные с поверхности или из горных выработок скважины. Но и этот способ имеет недостатки: большая трудоемкость, а значит и стоимость наблюдений, требуется достаточно высокая квалификация исполнителей для производства точных маркшейдерских наблюдений.

Поэтому задачей маркшейдеров является совершенствование и внедрение новых способов и устройств для выполнения частотных наблюдений на подрабатываемых территориях, а также расширения области их применения, что соответствует выполняемой госбюджетной теме № 163 (№ гос. регистрации 01084001531).

Целью данной статьи является показать ощутимые преимущества и эффективность разработанных на кафедре МГ и Г ДонГТУ новых способов и устройств в сравнении с существующими и расширить круг потенциальных пользователей.

Применение серийных лазерных указателей направлений [1-3] при наблюдениях за сдвижением горных пород позволяет повысить точность определения параметров деформаций подработанной толщи пород до 1500 раз, что впервые в мировой практике позволит видеть процесс деформирования невооруженным глазом по движению луча лазерного прибора на специальном экране без участия маркшейдера, а также приближает маркшейдерскую службу шахт к автоматизации натурных наблюдений. Для чего перед измерительным устройством или экраном 1 (рис. 1) необходимо установить цифровой фотоаппарат с автоматическим приводом и записывающим устройством (картой памяти) 2, часовой механизм 4, который будет приводить в действие фотоаппарат и лампу подсветки 3, необходимую для улучшения качества фотоснимков. Все это устройство изолируется от влияния внешних факторов защитным ящиком 5.

Установив на определенное время часовой механизм и обеспечив приводом цифровой фотоаппарат, он будет автоматически производить снимки измерительного устройства (или экрана) с заданным интервалом времени, обработка которых достаточно проста и может быть автоматизирована. Все фотоснимки будут записываться на карту памяти необходимого объема, имеющуюся в фотоаппарате, при заполнении карты памяти будет производиться ее замена.

Объединив способы и устройства [1-5] можно значительно расширить область их применения, так как точность определения деформаций будет достигнута до $1 / 50\,000\,000 \div 1 / 75\,000\,000$, что в 50 – 75 раз точнее максимальной точности линейных измерений. Поэтому предложенные устройства дополнительно могут быть использованы:

- для измерения конвергенции горных выработок от положения движущегося очистного забоя;
- для измерения деформаций плотин, мостов, трубопроводов и других коммуникаций;
- для наблюдений на оползнеопасных участках;
- для измерения деформаций земной поверхности над тектоническими нарушениями, разломами толщи пород и при решении других инженерных задач.

Предложенные способы и устройства [1-5] просты в изготовлении, позволяют без прямого участия маркшейдера определять деформации толщи пород, сдвигения, горизонтальные и вертикальные деформации подработываемых объектов или участков земной поверхности с высокой

точностью, а подтвержденный патентом способ и устройство [6] дает возможность вести мониторинг за креном высотных сооружений.

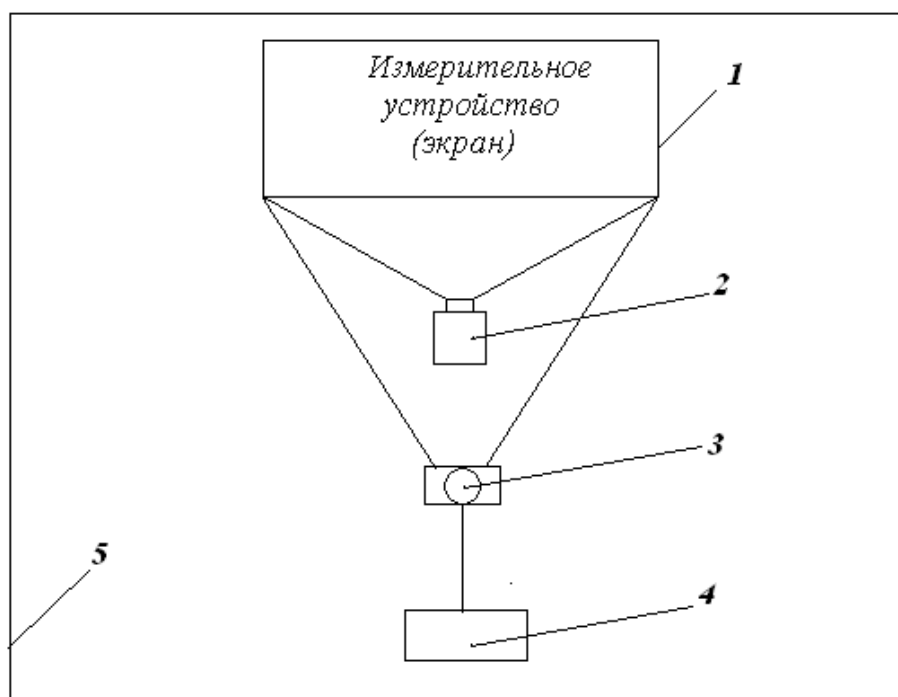


Рисунок 1 – Схема автоматической регистрации природных наблюдений за деформацией горных пород или обрабатываемых объектов:

- 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.

Эффективность применения новых способов и устройств [1-6] очевидна в сравнении с традиционными маркшейдерскими инструментальными наблюдениями.

Данная эффективность определена путем сравнительного анализа двух наблюдательных станций, конструкция одной из которых является традиционной, т. е. наблюдения проводятся способом инструментальных наблюдений. Конструкция второй наблюдательной станции была предложена на основе новых, разработанных на кафедре способов и устройств для наблюдения за параметрами процесса сдвижения горных пород [3,5,7], а также новых, установленных на кафедре, зависимостей параметров сдвижений и деформаций толщи горных пород от определяющих факторов [8].

Наблюдательная станция, существующая на шахте, состоит из двух профильных линий, параллельных рельсовому пути, и содержит 61 репер. Наблюдения за сдвижением железнодорожного пути производится путём нивелирования головки рельса в расчётных точках. Наблюдения за сдвижением и деформациями земной поверхности производится по реперам, заложенным в опорах линии электропередач вдоль железнодорожного пути.

Протяженность всего нивелирного пути составляет 2,35 км, нивелирование производится по 10 рельсовым путям, далее сходящихся в 2 пути. Нивелирный ход состоит из 391 нивелирной точки. Нивелирование производится в прямом и обратном направлениях.

Геометрическое нивелирование производится бригадой из 2 маркшейдеров и 4 горнорабочих маркшейдерского отдела за 2 рабочих дня по 8 часов. Отметим, что линейные измерения проектом не предусмотрены, поэтому горизонтальные сдвигения и деформации останутся неизвестными.

Новая наблюдательная станция, заложенная параллельно железнодорожному пути, состоит из 3 пунктов, общей протяженностью в 0,03 км, т. е. в 78 раз короче от наблюдательной станции шахты; 3 лазерных прибора, расположенных вне зоны влияния горных работ, и 3 экрана, расположенных в местах пересечения главных сечений мульды сдвижения лавы 19 восточной шахты №81 «Киевская» ГП «Ровенькиантрацит» [7] и дополнительно для независимого контроля установим устройство для измерения горизонтальных и вертикальных деформаций [5].

Для расчета времени, необходимого для производства измерений будем исходить из следующих параметров:

- скорость движения человека от пункта к пункту и от лазерных приборов к экрану - 5 км/ч.;
- продолжительность измерения на одном пункте – 5 мин.

Общая продолжительность наблюдения будет состоять из продолжительности передвижения от пункта к пункту и продолжительности измерения на каждом пункте.

Продолжительность передвижения на новой станции составит:

$$П_1 = 0,03/5 = 0,5 \text{ мин.} \quad (1)$$

Продолжительность измерений:

$$П_2 = 5 * 3 = 15 \text{ мин.} \quad (2)$$

Общая продолжительность наблюдения новым способом составит:

$$ОП = П_1 + П_2 = 0,5 \text{ мин} + 15 \text{ мин} = 15,5 \text{ мин.} \quad (3)$$

Абсолютная величина экономии времени от внедрения новой наблюдательной станции составит:

$$16 \text{ часов} - 15,5 \text{ мин} = 15 \text{ часов} 44,5 \text{ мин.} \quad (4)$$

Создание новой станции позволит экономить почти в 62 раза больше времени при каждом измерении [7].

Устройства, приведенные в патентах [3,5] будут предварительно изолированы от внешних и погодных условий защитным ящиком небольшой площади и высоты.

Для проведения измерений с помощью устройства [5] понадобится цифровой фотоаппарат с минимальным разрешением примерно в 5 пикселей, что позволит обрабатывать информацию.

Устройство сконструировано таким образом, что сразу без какой-либо обработки информации, показывает нам непосредственно величины горизонтальных и вертикальных деформаций земной поверхности.

Поэтому, для проведения измерений нам необходимо всего лишь открыть защитный ящик, навести объектив фотоаппарата на измерительное устройство так, чтобы были отчетливо видны вертикальная и горизонтальная шкалы, уровень жидкости в прозрачной трубке и отсчетный индекс – игла, и сфотографировать.

На фотоснимках можно легко определить величины вертикальных и горизонтальных деформаций земной поверхности.

Наблюдения за вертикальными и горизонтальными сдвигами и деформациями на труднодоступных участках с помощью устройства [3] можно воспользоваться двумя способами: при использовании первого способа (если нет возможности установить систему автоматической регистрации натуральных наблюдений, представленной на рис. 1), необходимо открыть будку и включить используемые лазерные приборы, а на экранах зафиксировать точки, которые определяют лазерные приборы и сфотографировать каждый экран. Таким образом, по перемещению точек на экране при каждом наблюдении, мы имеем возможность определять траекторию полного вектора процесса сдвижения [3].

При использовании второго способа (при установке системы автоматической регистрации натуральных наблюдений, представленной на рис. 1), необходимо лишь 1 раз в месяц производить осмотр данной сис-

темы и ее исправность, а также производить замену карты памяти фотоаппарата.

Экономическая эффективность представляет собой разность между затратами заложения и обслуживания станции, существующей на шахте и новой станцией, т.е. конкретную сумму экономии от новой технологии. Затраты на заложение и обслуживание новой наблюдательной станции включают в себя определение стоимости заложения новой станции и определение стоимости проведения наблюдений. Стоимость заложения новой станции включает стоимость приобретения необходимого инвентаря, размер ежемесячной амортизации вновь приобретенного оборудования на протяжении 5 лет, оплату труда рабочих при заложении станции. Стоимость заложения существующей наблюдательной станции примерно равна стоимости заложения новой станции при учете на существующей стоимости необходимых материалов, затрат времени и оплаты труда. Сравнение полученных результатов дало нам возможность получить экономическую эффективность от внедрения новой наблюдательной станции.

Сумма, необходимая для заложения и наблюдений на новой станции, на протяжении всего периода наблюдений составит 4417 грн., а сумма, необходимая для заложения и проведения наблюдений на существующей станции, за тот же период составит 76783 грн. Составляющая наблюдений в себестоимости 1 т угля при наблюдении на новой станции составит 0,002 грн./т, а при наблюдении на существующей – 0,03 грн./т. Применение данной наблюдательной станции снизит затраты шахты на 72366 грн., это в 17 раз ниже существующих затрат. Обратим внимание еще и на тот факт, что шахтой предусмотрено определение только вертикальных параметров процесса сдвижения: оседаний, наклонов и кривизны, а горизонтальные сдвигения и горизонтальные деформации, которые имеют огромное влияние на подрабатываемые объекты большой протяженности, такие как железная дорога, остаются неизвестными.

Использование новой конструкции наблюдательной станции для наблюдения за параметрами процесса сдвижения толщи горных пород, земной поверхности и подрабатываемых сооружений обеспечивает по сравнению с существующими следующие преимущества: значительно повышает их точность и комфортабельность; многократно уменьшает трудоемкость натуральных наблюдений; позволяет одновременно определять горизонтальные и вертикальные сдвигения и деформации; исключает влияние человеческого фактора (моральное и физическое состояние человека) и климатических условий; огромная экономия времени (в 62 раза) и средств (в 17 раз); уменьшает количество необходимых работников; возможность проведения наблюдений на труднодоступных участках земной поверхности, где нет возможности заложить профильную линию реперов соответствующей длины; получение полной траектории движе-

ния точек земной поверхности по отмеченным на экране точкам стационарного лазерного прибора; определение граничных углов и углов сдвижения, продолжительности и стадий процесса деформации земной поверхности; позволяет автоматизировать натурные наблюдения за сдвижением и деформациями подрабатываемых сооружений.

В дальнейшем планируется внедрить предложенные способы наблюдений и устройства на шахтах Донбасса и автоматизировать маркшейдерские наблюдения за сдвижением и деформациями подрабатываемых объектов.

Библиографический список

1. Ларченко В. Г., Хоружа Н. В. Спосіб визначення швидкості деформацій підробленої товщі порід // Державний департамент інтелектуальної власності. Бюл.№5, 2007, №22619 від 25.04.2007.

2. Ларченко В. Г., Хоружа Н. В. Пристрій для визначення параметрів деформацій підробленої товщі порід // Державний департамент інтелектуальної власності. Бюл.№12, 2007, №25619 від 10.08.2007.

3. Ларченко В. Г., Хоружа Н. В. Спосіб визначення осідань і горизонтальних зрушень земної поверхні на важкодоступних ділянках // Державний департамент інтелектуальної власності. Бюл.№12, 2007, №25436 від 10.08.2007.

4. Ларченко В. Г., Хоружа Н. В. Пристрій для вимірювання горизонтальних деформацій земної поверхні або підроблюваних будинків // Державний департамент інтелектуальної власності. Бюл.№6, 2008, №31047 від 25.03.2008.

5. Ларченко В. Г., Хоружа Н. В. Пристрій для виміру горизонтальних і вертикальних деформацій товщі гірських порід і споруд земної поверхні // Державний департамент інтелектуальної власності. Бюл.№17, 2008, №35377 від 10.09.2008.

6. Ларченко В. Г., Хоружа Н. В. Спосіб моніторингу крену висотних споруд // Державний департамент інтелектуальної власності. Бюл.№9, 2009, №41254 від 12.05.2009.

7. Сидорова О. О. Удосконалювання методів натурних спостережень при підробці залізничної станції та селища «Київське» шахти №81 «Київська» // Випускна робота магістра. – Алчевськ: ДонДТУ, 2009. – с. 125.

8. Ларченко В. Г., Черных О. А. Определение зависимостей параметров сдвижений и деформаций подработанной толщи пород от определяющих факторов методом конечных элементов // Сб. Науч. Тр. ДонГТУ, Алчевск: ДонГТУ, вып.22, 2006. – с. 16-24.

Рекомендована к печати д.т.н., проф. Клишиным Н.К.