

железных руд // Киев: Наукова думка, 1991.– 215 с.

3. Каниболоцкий П.М. Петрогенезис пород и руд Криворожского железорудного бассейна // Черновцы: Изд. АН УССР, 1946.– 312 с.

4. Ботанцев И.В., Нескромный Е.Н., Гурин В.А. Разработка технологии получения аглоруды из бедных окисленных железных руд (кварцитов) карьера «Северный» ГОК «Укрмеханобр» // Материалы VII конгресса обогатителей стран СНГ. Москва. – 2009.

5. Ширяев. А.А., Самоткал Э.В., Заболотный С.А. и др. Сухое магнитное обогащение гематит-мартитовых руд Криворожского бассейна. – Кривий Ріг: Видавничий дім, 2009 – 248 с.

Рукопис поступила 08.10.2013 г.

УДК 622.235.535.2:53.087.92

А.В. Сазонов, старший научный сотрудник,

А.А. Сова, канд. техн. наук, начальник научно-технического отдела,

*Е.К.Бабец, канд. техн. наук, с.н.с., член-корреспондент АГНУ, директор,
Научно-исследовательский горнорудный институт ГВУЗ «КНУ»*

ПРИМЕНЕНИЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ И НАКЛОНОМЕРНЫХ ДАТЧИКОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ СООРУЖЕНИЙ, ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ И ГОРНОГО МАССИВА В УСЛОВИЯХ КРИВБАССА

В статье рассмотрены возможности применения сейсмических и наклономерных датчиков для определения деформаций сооружений, земной поверхности и горного массива в условиях Кривбасса.

Ключевые слова: сейсмические и наклономерные датчики, определение деформаций.

У статті розглянуті можливості застосування сейсмічних і похило вимірних датчиків для визначення деформацій споруд, земної поверхні і гірничого масиву в умовах Кривбасу.

Ключові слова: сейсмічні і похило вимірні датчики, визначення деформацій.

The article discusses the possibility of using seismic and tilt metric sensors to determine the deformation structures, the earth's surface and rock mass conditions Kryvbass.

Keywords: seismic sensors and tilt metric, determine of deformation.

Актуальность проблемы. В последнее десятилетие в электронике быстрыми темпами развивается направление по применению электронных акселерометров в бытовых (смартфоны, ноутбуки, GPS навигаторы, видеорегистраторы, электронные книги и т.д.) и профессиональных приборах

(сейсмоприемники, виброизмерительная аппаратура, инклинометры, наклонометры, гироскопы, датчик удара и т.д.). Акселерометр — это прибор, позволяющий измерять ускорение тела под действием внешних сил. Как правило, современные электронные акселерометры позволяют измерять ускорения сразу на три оси трехмерного пространства.

Основой современных акселерометров являются технологии микромеханики или микроэлектромеханических систем (МЭМС или MEMS). Концепция MEMS построена на интеграции микромеханических структур датчиков (сенсорной, измерительной части) и актюаторов (исполнительной, управляющей части) с электроникой, выполняющей функции сбора, анализа, контроля, формирования управляющих сигналов на общей подложке посредством технологий микропроизводства. MEMS датчики не имеют движущихся частей, связанных с объектом, поэтому они классифицируются как бесконтактные устройства. В случае, когда подвижная структура тщательно спроектирована и полностью защищена корпусом датчика, миниатюрные датчики высоконадежны и могут обеспечивать функциональные характеристики в условиях различных сред и фазовых состояний, перепадов температур, вибрации, ударных волн, влажности, загрязнений, электромагнитных помех, радиационного воздействия. Причем надежная и точная работа обеспечивается не в статических или квазистатических, а в динамических условиях, характеризующихся быстрыми, скачкообразными, периодическими, аperiodическими изменениями параметров.

Микросистемные устройства являются сегодня частью уже многих продуктов. Датчики и актюаторы, а именно микрофоны, акселерометры, дисплеи интегрируются в автомобильные, медицинские, телекоммуникационные, промышленные системы, портативные и другие электронные устройства.

В НПП "Радий" (г. Кировоград) разработаны и проходят испытания скважинный (сейсмический) датчик СД-1, который может располагаться в скважине глубиной до 400м, заполненной водой, и сенсор инклинометрический (наклономерный) СИ-1.

Для сбора и первичной обработки информации, получаемой от датчиков, используется блок сбора и отображения информации БСОИ-1.

Разработанная аппаратура позволяет уже в настоящее время обеспечить в онлайн режиме надежный постоянный контроль состояния зданий и инженерных сооружений. Согласно нормативным документам /1, 2, 3/, критерием допустимых деформаций земной поверхности (основания) для многих зданий и сооружений является величина наклона $(3-4) \times 10^{-3}$ (0,003-0,004). Таким образом, разместив датчики СИ-1 (точность определения наклона $0,001^\circ$ или $0,001$ величины относительного наклона) на фундаменте и

колоннах (стенах) здания, можно в режиме реального времени контролировать поведение сооружения путем определения величины наклонов и кривизны (величина наклона — производная первого порядка от оседания по длине, величина кривизны — производная второго порядка от оседания по длине).

Скважинный датчик СД-1.

Технические характеристики



- Количество осей измерения ускорений	- 3 (X,Y,Z)
- Чувствительность по каждому каналу измерения (ограничено шумами)	- 0,02 м/с ²
- Максимальная амплитуда ускорения	- 18 м/с ²
- Разрешение измерения	- 0,00028 м/с ²
- Частотный диапазон измерения	- 0,05..1000 Гц
- Частота дискретизации выборки	- 500..10000 Гц
- Наличие первичных цифровых фильтров	- НЧ, ВЧ, ПФ
- Внутренняя карта памяти	- 4 Гб
- Удаленная настройка порога события	- 0,02 .. 18 м/с ²
- Интерфейс связи	- цифровой RS 485
- Скорость обмена	- 115200..460800 бод
- Напряжение питания	- 12 – 36 В (DC)
- Потребляемая мощность	< 3 Вт
- Габаритные размеры	- 40x250 мм
- Масса	< 650 гр

Основные технические характеристики СИ-1



Количество осей измерения	- 2 или 3
Диапазон измеряемых углов по каждой оси	- ± 90°
Разрешение измеряемых углов	- 0,001°
Абсолютная точность измерения при абсолютном значении угла до 30°, не более	- ± 0,02°
Рабочий диапазон температур	- -40..+80°
Собственный дрейф значений углов при изменении температуры окружающей среды на ± 10°, не более	- ± 0,001°
Диапазон периода измерения углов	- 0,1..100 с
Напряжение питания	- 10..36В
Ток потребления, не более	- 0,04 А
Габаритные размеры	- 140x65x35мм
Масса, не более	- 0,5 кг

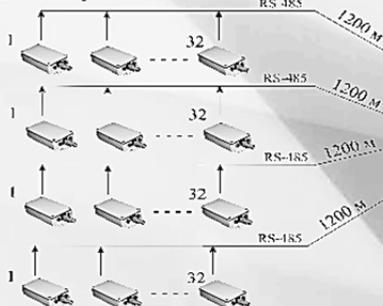
Вид климатического исполнения СИ-1, БСОИ-1 УХЛ4.

По степени защиты от окружающей среды устройства относятся: СИ-1 - IP65, БСОИ-1 – IP54.

Основные технические характеристики СИМ

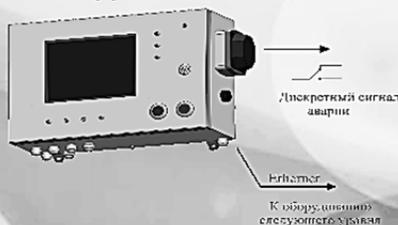
Количество подключаемых датчиков к одной СИМ	- 1..128 шт.
Количество каналов RS485 подключения датчиков	- 4
Количество подключаемых датчиков к одному каналу	- 1..32
Максимальная длина линии каждого канала	- 1200 м
Напряжение питания для каждого канала подключения датчиков	- DC 24В, 1,5 А
Коммутация питания каждого канала	- Да
Световая и звуковая сигнализации превышения уровня	- Да
Объем памяти ведения архива данных	- 16 Гб
Коммутируемая мощность дискретного сигнала превышения уровня	- 200 Вт
Тип выходного интерфейса сопряжения с другими устройствами	- Ethernet 100/10 +22 -33
Напряжение питания	- 220 В, 50 Гц
Потребляемая мощность	- не более 150 Вт
Габаритные размеры	- 513x346x163 мм
Масса	- Не более 10,0 Кг

Инклинометр



Общая схема реализации СИМ

Блок сбора и отображения информации



При использовании скважинного датчика СД-1 (закрепив его в любой точке фундамента или на поверхности здания) можно контролировать величину колебания (ускорение) здания и сооружения в результате сейсмического воздействия землетрясений, техногенных взрывов, горных ударов, развитие обрушений на горнотехнических объектах (развитие обрушений в массиве с образованием воронки, развитие обрушений и оползней на карьерах, отвалах и хвостохранилищах). В датчике СД-1 используется 3 оси измерения ускорений в интервале 2-1800см/с² по каждой оси. Это позволяет определять амплитуду смещения и направление источника сейсмических возмущений, а при применении нескольких датчиков (с достаточным расстоянием между ними), и координаты источника сейсмического возмущения.

Интенсивность землетрясения на поверхности земли измеряется в баллах. В нашей стране принята международная MSK-64 (шкала Медведева,

Шпонхойтера, Карника), в соответствии с которой землетрясения подразделяются по силе толчков на поверхности земли на 12 баллов /4/.

Экстраполируя данные, приведенные в таблице, делаем вывод, что датчик СД-1 может фиксировать двухбалльные землетрясения по шкале MSK-64 (проезд многотонного грузовика на расстоянии 10-60м от датчика).

Таким образом, применение аппаратуры, разработанной НПП "Радий", позволяет обеспечить непрерывный контроль деформаций промышленных и гражданских зданий и сооружений и полностью заменить высокоточные геодезические наблюдения, выполняемые периодически. Следует учитывать, что стоимость системы контроля (например, для здания размером в плане 30х60м), состоящей из 1 блока сбора и обработки информации, 6-8 датчиков (6шт. – СИ-1, 2шт. – СД-1) и соединительных проводов (обычный 8 жильный сетевой кабель, можно использовать и 4 жильный) составит 50-80тыс.грн. Снятие, передача и контроль передачи информации в данной системе осуществляется в цифровом виде, поэтому данная система устойчива к внешнему электромагнитному излучению.

Сейсмическая шкала MSK 1964

Мagnitude- ность, баллы	ξ , см/сек ⁻²	У, см/сек ⁻¹	X_0 , мк	Краткая характеристика землетрясений
1	—	—	—	Колебания почвы отмечаются приборами
2	—	—	—	Ощущаются в отдельных случаях людьми, находящимися в спокойном состоянии
3	—	—	—	Колебания отмечаются земляниками людьми
4	—	—	—	Землетрясение отмечается многими людьми. Возможно дребезжание стекол
5	12—25	1,0—2,0	0,5—1,0	Качание висятых предметов, многие снаряды просыпаются
6	25—50	2,1—4,0	1,1—2,0	Легкие повреждения в зданиях, тонкие трещины в штукатурке
7	50—100	4,1—8,0	2,1—4,0	Трещины в штукатурке и откалывание отдельных кусков, тонкие трещины в стенах
8	100—200	8,1—16,0	4,1—8,0	Большие трещины в стенах, падение карнизов, дымовых труб
9	200—400	16,1—32,0	8,1—16,0	В некоторых зданиях обвалы: обрушение стен, перекрытий, кровли
10	400—800	32,1—64,0	16,1—32,0	Обвалы во многих зданиях. Трещины в грунтах до метра шириной
11	—	—	—	Многочисленные трещины на поверхности земли, большие обвалы в горах
12	—	—	—	Изменение рельефа в больших размерах

Примечание: ξ — ускорение почвы для периодов от 0,1 до 0,5 с; У — скорость колебания почвы для периодов от 0,5 до 2,0 с; X_0 — амплитуда смещения центра масс маятника с периодом собственных колебания 0,25 с и логарифмическим декрементом затухания 0,5.

Применение аппаратуры (блок сбора и обработки информации, датчики СД-1 и СИ-1 и соединительные провода) для контроля состояния крупных и ответственных горнотехнических объектов (зоны обрушения, отвалы, карьеры, хвостохранилища), будет ограничиваться только энергоснабжением аппаратуры и датчиков, а также сохранностью их и соединительного кабеля на безлюдных объектах и территориях, и при ведении горных работ вблизи датчика. Вопросы энергоснабжения решаются путем использования 24В (а в некоторых случаях и 12В) автомобильных аккумуляторов. Вопрос сохранности аппаратуры, датчиков и соединительного кабеля на безлюдных объектах и территориях остается самым узким местом.

Выводы. При использовании аппаратуры в шахте например ш.им Артема при отработке межрудничного целика (в северной части горного отвода) необходимо будет определить: 1) с целью организации контроля; 2) типом датчиков; 3) количеством точек наблюдения (количеством датчиков). Межрудничный целик попадает в область опорного давления от ранее отработанных участков залежи с юга (ш.им. Артем 1) и севера (ш. "Родина") от целика. При ведении горных работ (при проходке выработок, создании компенсационного пространства, и отработке блоков) будут возникать деформации в горных породах. Эти деформации, минимум в 2-3 раза, будут превышать существующие на этих глубинах. Поэтому, при ведении горных работ будут возникать динамические явления, сопровождающие сейсмическими явлениями. Исходя из этого, необходимо будет применять только датчики (минимум 4шт.) типа СД-1, располагаемых в лежачем и висячем боку залежи на верхнем и нижнем горизонтах обрабатываемого этажа (количество, места расположения датчиков и ряд других вопросов будут определяться проектом ГИС). Датчики необходимо будет располагать в шпурах или, в крайнем случае, в существующих разведочных скважинах (при расположении датчика в скважине могут возникнуть осложнения в определении ориентации датчика в пространстве). Конструкцию датчиков на данном этапе исследований менять нецелесообразно, т.к. это приведет к затягиванию сроков (согласование ТЗ, проектирование конструкции, изготовление, метрологическое сопровождение датчиков) выполнения работы и увеличению стоимости датчика.

Кроме этого, для определения радиуса влияния и начала фиксации крупных деформаций (выход воронки на земную поверхность, развитие оползневых явлений и обрушений на отвалах, карьерах, хвостохранилищах) необходимо провести испытание аппаратуры в полевых условиях. Испытания должны включать в себя фиксацию подземных взрывных работ, взрывных работ на карьерах, динамического воздействия крупных блоков горных

пород, развития искусственно (специально) созданного оползня в отработанных карьерах.

Список использованных источников

1. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных работ в Криворожском железорудном бассейне. ВНИМИ, Л., 1975. 68с.

2. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях. - М., Недра, 1981. 288с.

3. Ройтман А.Г. Деформации и повреждения зданий. - М., Стройиздат, 1987.-160с.

4. Справочник по инженерной геологии. Под общ. ред. М.В. Чуринова. – М., Недра, 1974. – 408с.

Рукопись поступила 31.10.2013 г.

УДК 622.271

Е.К. Бабец, канд. техн. наук, с.н.с., член-корреспондент АГНУ, директор,
Н.И. Дядечкин, докт. техн. наук, главный научный сотрудник,
А.Н. Костянский, кан. техн. наук, научный сотрудник,
В.И. Чепурной, заведующий лабораторией,
Б.Е. Яценко, заведующий лабораторией
Научно-исследовательский горнорудный институт ГВУЗ «КНУ»

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕКОНСТРУКЦИИ ЖЕЛЕЗОРУДНОГО КАРЬЕРА НА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЕГО РАБОТЫ

Розглянуті питання щодо встановлення глибини кар'єру при розширенні та реконструкції у зв'язку з залученням у розробку законтурних запасів для підтримки або збільшення його потужності. Наведені залежності для випадку розширення одного з двох кар'єрів у системі комбінату.

Ключові слова: реконструкція кар'єра, углубка, основні параметри.

Рассмотрены вопросы по установлению глубины карьера при расширении и реконструкции в связи с вовлечением законтурных запасов для поддержания или увеличения его мощности. Приведены зависимости для случая реконструкции одного из двух карьеров в системе комбината

Ключевые слова: реконструкция карьера, углубка, основные параметры.

The questions to establish the depth of the quarry expansion and renovation due to the involvement of aquifer reserves to maintain or increase its capacity. The dependences for the case of the reconstruction of one of the two quarries in the plant.

Key words: reconstruction open pit mining, increase the dept, basic settings.