

УДК 550.834:624.044

В. Сокола-Шевёла

СВЯЗИ ИЗМЕНЕНИЙ ХОДА ОСЕДАНИЙ ГОРНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ВО ВРЕМЕНИ С ГОРНЫМИ ТОЛЧКАМИ

Представлены основные результаты анализов связей замеренных оседаний наблюдательных пунктов на горной поверхности с зарегистрированными горными толчками, индуцированными разработкой. Исследование проведено в районе разработки лавами в условиях сейсмической активности горного массива. Оседания определены опираясь на результаты геодезических измерений.

Ключевые слова: горный массив, сейсмичность, оседание горной поверхности.

Семинар № 1

Sokola-Shevyela V. THE DEPENDENCE OF THE SETTLEMENT OF THE MOUNTAIN SURFACE FROM EARTH SHOCKS DURING TIME

The main analysis results of settlement measurements carried out at the observation post at the mountain and showing the earth shocks induced by the mining operations are presented. The investigation was carried out in the area of longwall mining in the conditions of seismic activity. The settlements are defined on the base of the geodesic measurements.

Key words: mountain mass, seismic activity, earth shock, mountain surface settlement.

Сейсмичность, индуцированную горными работами, можно охарактеризовать также при помощи величины деформации поверхности территории и горного массива. Благодаря появившимся в последнее время новым методам и измерительной технике, которые позволяют получить соответствующее количество наблюдательного материала, стала возможной реализация дальнейших исследований по связям деформации поверхности тер-

ритории с регистрируемой сейсмической активностью.

Исследования в этом объеме ведутся уже много лет на кафедре эксплуатации месторождений в Силезском политехническом институте. Осуществленный в 2004-2007 гг. исследовательский проект позволил констатировать выступление качественных и количественных связей между избранными величинами деформации поверхности территории и сейсмической активностью горного массива. Доказано, что замеренные оседания и скорости оседаний пунктов горной территории хорошо описывают изменения регистрируемой сейсмической активности горного массива. Исследования были проведены в районе разработки лавой 6 в пласте 415/1 на шахте Халемба. Выемка пласта в этом районе была ведена в условиях периодически переменной сейсмической активности горного массива. Показатели деформации поверхности территории были определены на основе результатов периодических замеров геодезическими методами и на основе непрерывных замеров, реализуемых при помощи системы непрерывного измерения смещения пунктов поверхности территории с больших расстояний.

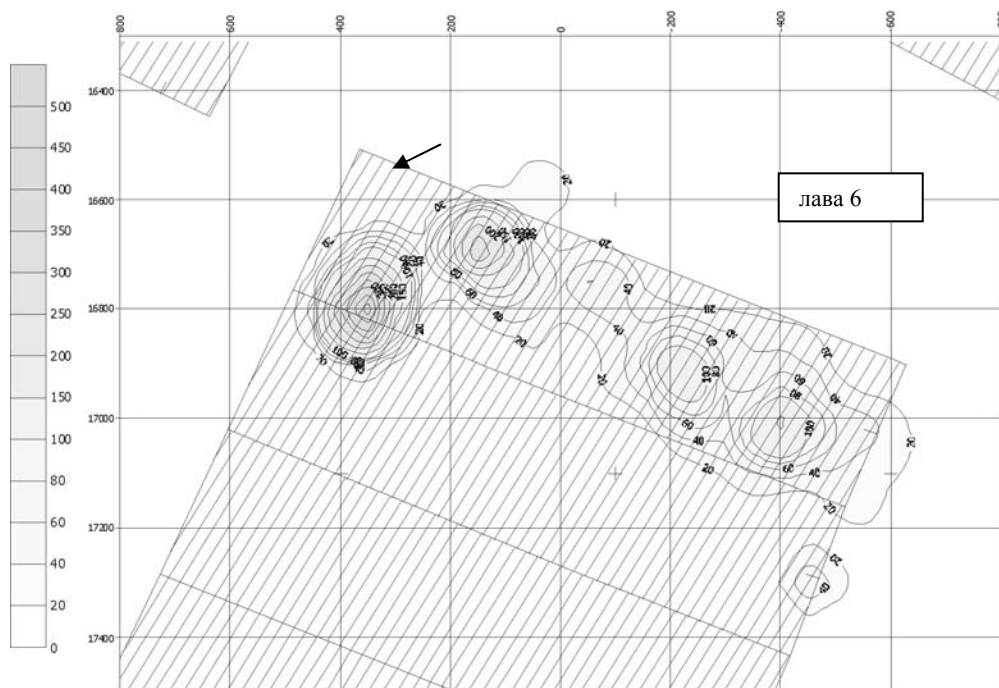


Рис. 1. Распределение плотности энергии толчков [J/m^2] имеющих место с декабря 2004 г. по ноябрь 2006 года

В статье представлены связи характера хода оседания пунктов горной территории во времени с горными толчками, полученные в результате реализации раньше указанного проекта. Оседания определено на основе замеров, выполненных геодезическими методами. Эта проблематика шире обсуждается в работах [2, 4, 5, 6, 7].

Веденные в последнее время исследования в районе ЛГМБ (Легнишко-Глоговского Медного Бассейна), представленные в работе [3], подтверждают результаты полученные в Институте эксплуатации месторождений.

2. Общая характеристика наблюдательного материала

Эксплуатацию в очистном пространстве наблюдаемой лавы ведено на средней глубине 600 м системой разработки лавами с выемкой по простиранию пласта с обрушением кровли. Длина лавы составила 285 м, а протя-

женность поля по простиранию 1070 м. Пласт был разработан на высоту до 3,5 м. Выемочные работы начались в декабре 2004 года и были завершены в ноябре 2006 года. В прошлые годы в этом районе была ведена разработка больше чем 10 пластов.

Сначала сейсмическая активность, индуцированная веденными работами, была средняя и большая. На центральном участке подвигания лавы значительно уменьшилась. На конечном участке наступил рост активности. В период ведения разработки лавой 6 в предметной партии зарегистрировано 339 толчков с сейсмическими энергиями от порядка 10^3 до 10^6 [J]. Данные на тему сейсмичности были получены от Шахтной станции геофизики на шахте Халемба, в дальнейшем наступила их верификация при использовании регистраций региональной сети Главного института горного дела. На рисунке 1

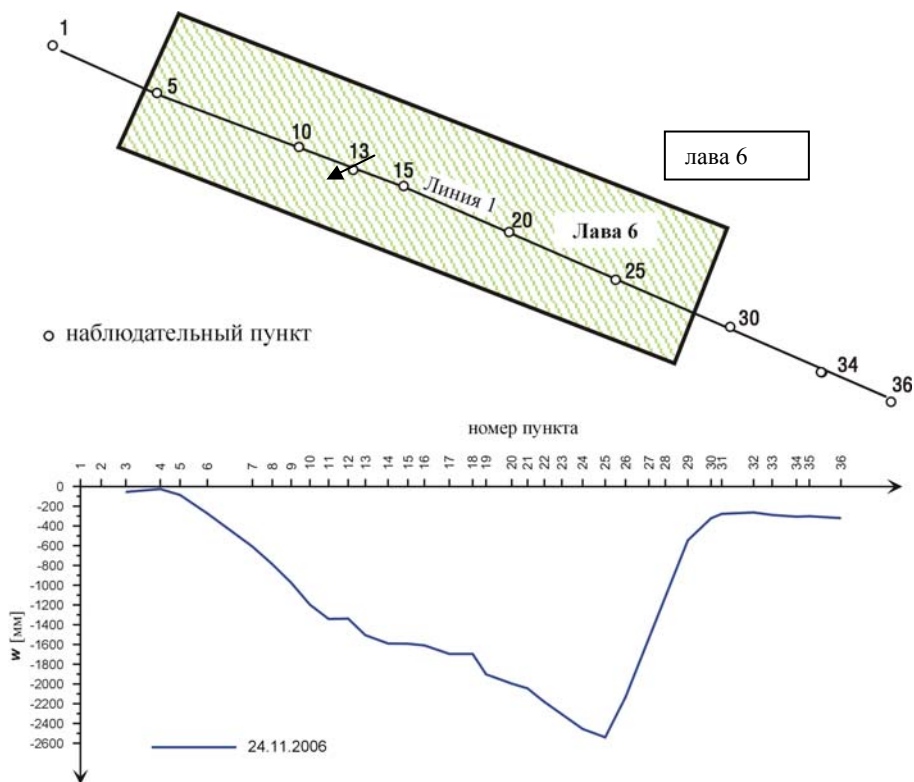


Рис. 2. Замеренные оседания пунктов наблюдательной линии 1 и расположение линии в районе исследований

представлено распределение плотности сейсмической энергии толчков во время веденных работ.

Представленные в статье связи были определены на основе анализов результатов периодических замеров по нивелировке на измерительной линии 1, являющейся фрагментом внедренной пространственной наблюдательной сети. Эта сеть охватывала систему двух вертикальных наблюдательных линий и рассеянные точки. Линия 1 была размещена параллельно поступающему фронту лав, приблизительно в оси очистного пространства лавы и содержала 36 пунктов при среднем расстоянии между соседними пунктами 30-50 м. Измерения по высоте выполнено методом точной нивелировки при использо-

вании кодовых нивелировщиков во время-периодах приспособленных к регистрируемой сейсмической активности горного массива и к развитию эксплуатации во времени. Совершено 101 цикл замеров по нивелировке. На рис. 2 представлены замеренные оседания пунктов наблюдательной линии 1 и расположение линии в районе исследований. Объем веденных работ и полученный по наблюдениям материал тщательно обсуждается в работах [1, 6].

3. Связи изменений хода замеренных оседаний с горными толчками

Поиск связей характера хода изменений оседаний пунктов горной поверхности с горными толчками совер-

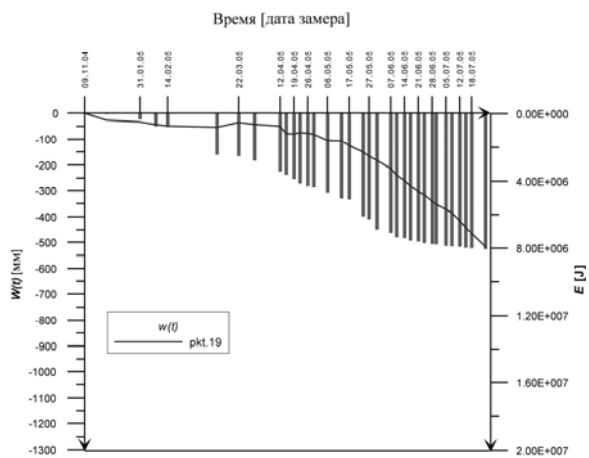


Рис. 3. Ход замеренных оседаний пункта 19 и суммарная сейсмическая энергия

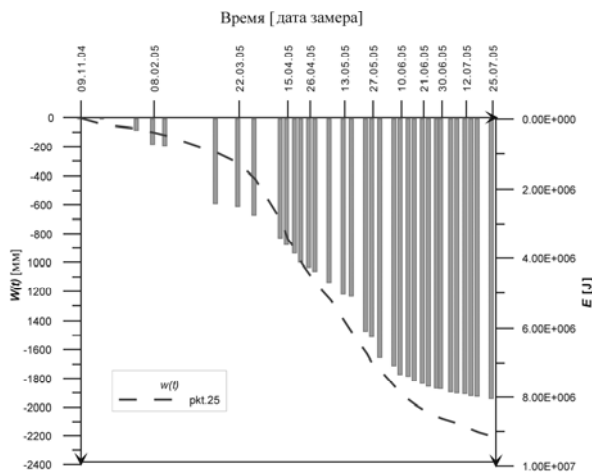


Рис. 4. Ход замеренных оседаний пункта 25 и суммарная сейсмическая энергия

шался путем анализа изменений замеренных оседаний пунктов наблюдательной линии и изменений зарегистрированной сейсмичности во времени. Индуцированная сейсмичность была охарактеризована при помощи:

- N – число толчков зарегистрированных в данном пределе времени
- E – суммарной сейсмической энергии толчков зарегистрированных в данном пределе времени

В обсуждениях учитывается временнопространственный ход веденной в районе разработки. Исследования касались вопроса, существуют ли качественные связи между увеличивающимися величинами суммарной сейсмической энергии E и увеличивающимися величинами наблюдаемых оседаний во времени $w(t)$ отдельных наблюдательных пунктов. Были выделены периоды скачкообразных приращений величин оседаний, которые подвергались тщательному анализу с учетом в исследованиях расположения фронта горных работ по отношению к наблюдаемым пунктам, скорости подвигания фронта работ и распределения очагов зарегистрированных толчков с энергией не меньшей чем $5 \cdot 10^4$ J.

На рис. 3 и 4 презентуется пример образования хода оседаний пунктов 19 и 25 во времени и суммарной увеличивающейся сейсмической энергии индуцированной веденной разработкой. Можно отметить четкую качественную связь между оседанием пунктов и нарастающей суммарной сейсмической энергией.

Сила связи зависит от расположения фронта лавы по отношению к наблюдательному пункту.

Дальнейшие анализы, учитывающие распределение очагов толчков и изменения скорости подвигания фронта лавы доказали существование связей между увеличенными приростами регистрируемой сейсмической активности и увеличенными приростами оседаний. В

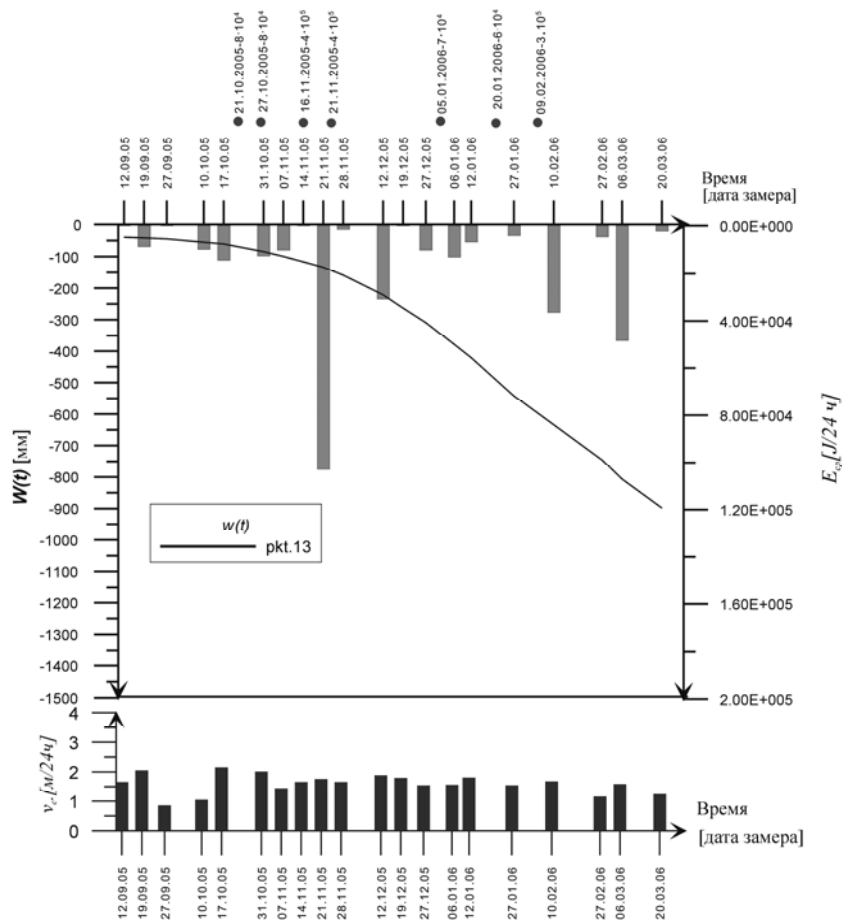


Рис. 5. Ход оседаний пункта 13 во времени, изменения среднего суммарного расхода энергии E_{cp} [J/24 ч] и скорости подвигания фронта лавы v_c [м/24 ч]

большинстве случаев в эти периоды отмечается выступление одновременно повышенной скорости подвигания фронта лавы.

На рис. 5 и 6 представлено образование оседаний пунктов 13 и 19 вместе с изменениями средней суточной суммарной энергии E_{cp} и средней скорости подвигания фронта лавы v_c . На рисунках имеется информация о толчках, которые до сих пор имели место, а очаги которых были зарегистрированы вблизи анализируемых пунктов.

Отмечаются тоже случаи, в которых сделано заметку о повышенном прирос-

те оседаний пункта мимо того, что в анализируемом периоде времени не наступило повышение скорости подвигания фронта лавы. Вблизи этих пунктов был локализован очаг толчка с энергией не меньшей чем $5 \cdot 10^4$ [J]. Особенно внимательно эту зависимость наблюдалось в ситуации локализации очага толчков на длине подвигания лавы. Одновременно в период предшествующий толчку наблюдались приросты оседания пункта, мимо большей скорости подвигания фронта лавы. На появление этого вида нарушений до выступления явления указывают также результаты непрерывных измерений,

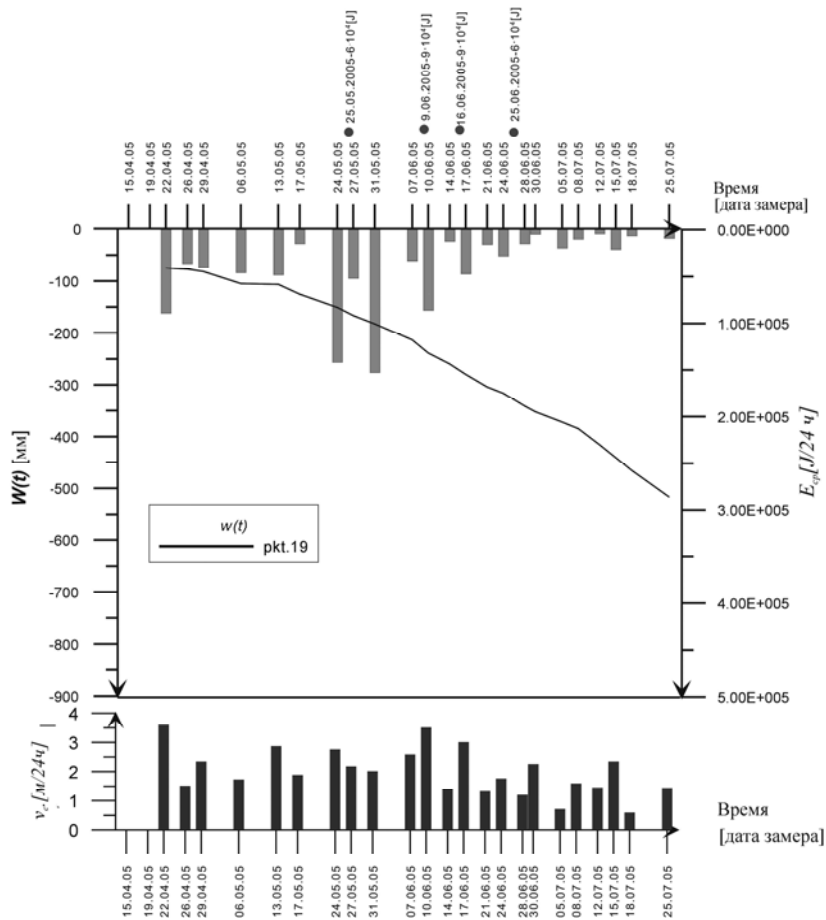


Рис. 6. Ход оседания пункта 19 во времени, изменения среднего суммарного расхода энергии $E_{ср}[J/24 ч]$ и скорости подвигания лавы $v_c [м/24ч]$

представлены в работах [2, 6, 7] и анализ прогнозируемых и замеренных величин оседаний, который тщательно обсуждается в работе [6].

Итоги

В статье представлены результаты проведенного анализа связей характера изменений замеренных оседаний пунктов горного пространства с горными толчками.

Анализы были проведены в районе влияния разработки лавми веденной с обрушением кровли в условиях выступления индуцированной сейсмичности.

Анализ доказал, что увеличенные приросты наблюдаемых оседаний пунктов горной поверхности имеют связь во времени с повышенным среднесуточным расходом энергии зарегистрированных толчков и повышенной скоростью подвигания фронта лавы.

Повышенные приросты оседаний, отмеченные в периоды необоснованно высокой скоростью фронта разработки, указывают на связь характера хода изменений во времени с горными толчками, особенно теми с высшими энергиями. Приросты выступили на тех измерительных пунктах, вблизи которых в анализируемый период

времени был локализован очаг толчка с сейсмической энергией выше чем $5 \cdot 10^4$ [J].

Наблюдаемое уменьшение прироста оседаний в периоды до выступления толчка может указывать на то, что на-

рушения в ходе оседаний пунктов во времени показывают изменения в процессе разряджения упругой энергии, накапливаемой в деформируемых слоях горной породы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Bialek J., Sokola-Szewiola V., Opalka K.* 2004: Badania deformacji powierzchni terenu w rejonach eksploatacji prowadzonej w warunkach wysokiej aktywności sejsmicznej. V Konferencja Naukowo-Techniczna. Ochrona Środowiska na Terenach Górnictwa. 2-4.06.2004. Szczyrk. SITG.
2. *Bialek J., Sokola-Szewiola V., Opalka K.* 2006: Subsidence of land area points in relation to recorded rock mass seismic activity. s. 509-518. RWTH Aachen.
3. *Hejmanowski R., Malinowska A., Stoch T., Pluciński P., Warchała M., Kosior R.* 2008: New interpretation of GPS measurements results. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi*. tom 24 z. 3/1, s. 197-205. Kraków. PAN.
4. *Sokola-Szewiola V.* 2006: Obserwowane zmiany obniżenia punktów powierzchni terenu a rejestrowana aktywność sejsmiczna grotworu. XIII Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna nt. Górnictwo i zagrożenia naturalne 2006, s. 319-328. Katowice. GIG.
5. *Sokola-Szewiola V.* 2008: Models of dependences between induced seismic activity and observed deformations of surface in the area of conducted longwall exploitation. *Gospodarka Surowcami Mineralnymi*. tom 24 z. 3/1, s. 159-172. Kraków. PAN. 2008.
6. *Sokola-Szewiola V., Bialek J., Bańka P.* i inni. 2007: Zależności pomiędzy wielkościami deformacji powierzchni terenu i aktywnością sejsmiczną grotworu. Projekt badawczy KBN 4T12A 032 26. Gliwice.
7. *Sokola-Szewiola V.* 2007: Смещение точек земной поверхности в районах ведения подземных горных работ и регистрируемая сейсмическая активность толщи горных пород. Горный информационно-аналитический бюллетень. Nr.12, 2007, s. 134-142 ISSN 0236-1493. Moskwa. Московский Государственный Горный Университет. **ГИАС**

Коротко об авторе

Виолетта Сокола-Шевёла – кандидат технических наук, инженер, Силезий политехнический институт Гливице, Польша.

