

УДК 622.1:622.834

## О НЕОБХОДИМОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА УГЛОВЫХ ПАРАМЕТРОВ СДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Крыльчук Т.Н., Игбердина В.Ф., ГМс-111, 5 курс

Научный руководитель: Рогова Т.Б., д. т. н., доцент, профессор  
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Угловые параметры процесса сдвижения горных пород и земной поверхности в результате ведения горных работ, являются важнейшим исходным элементом при прогнозе деформаций земной поверхности, а главное для установления размеров зоны влияния подземных горных разработок, а также размеров предохранительных целиков.

К угловым параметрам процесса сдвижения относятся граничные углы и углы сдвижения. Эти параметры регламентируются действующим на сегодняшний день нормативным документом «Правила охраны...» [1], который был разработан на основе результатов наблюдений, сделанных более 30 лет назад. С тех пор значения угловых параметров сдвижения сохранили свои значения, несмотря на значительные изменения в технологии ведения горных работ (увеличение размеров выработанного пространства, скорости подвигания очистного забоя и др.). Кроме того, эти параметры принимаются неизменными для всего Кузнецкого бассейна и не предполагают их адаптации для условий отдельных месторождений. Отсюда явно следует, что успешное использование этих параметров на практике есть свидетельство того, что они определены с большим «запасом». Следствием этого должно являться завышение размеров предохранительных целиков и потерь угля в них. Неразрывная связь между параметрами сдвижения и изменяющимися горно-технологическими условиями говорит о непостоянстве углов сдвижения и зависимости их от этих условий и параметров систем разработки.

Для условий шахт Западного Донбасса были проанализированы величины граничных углов и углов сдвижения земной поверхности [2]. Было доказано, что нормативные угловые параметры, которые используются для прогноза влияния горных разработок на земную поверхность, отличаются от фактических значений углов, которые определены по данным натурных маркшейдерских наблюдений на наблюдательных станциях. Отклонения

Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием  
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ГОРНОМ ДЕЛЕ И МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ  
ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

граничных углов изменяются в диапазоне от  $-11$  до  $+6^\circ$ , углов сдвижения – от  $+1$  до  $+13^\circ$ . Вместе с тем установлено, что при отклонении углов сдвижения от расчетных лишь на  $1^\circ$  погрешность определения границ подработки поверхности земли составит примерно 2 м на каждые 100 метров глубины разработки [4], а размеры мульды сдвижения увеличатся на 3–5 или 5–9 м соответственно со стороны восстания (простирация) и падения пласта.

Очевидна возможность развития положений «Правил охраны...» и для условий Кузбасса на основе определения угловых параметров сдвижения как для бассейна в целом, так и для отдельных месторождений или даже шахтных полей и целесообразность организации систематических наблюдений с целью корректировки угловых параметров процесса сдвижения земной поверхности.

Выполнены построения предохранительных целиков под отдельно расположенный объект размером всего 10 на 50 м. Под объектом на глубине 250 м залегает угольный пласт мощностью 4,5 м. Целики построены в соответствии с углами сдвижения согласно «Правилам охраны...» [1], а затем с учетом увеличения этих углов. Результаты сравнения отстроенных целиков свидетельствуют о том, что при изменении углов сдвижения на  $5^\circ$  площадь целика изменяется с 75 до 100 тыс. м<sup>2</sup>, а количество запасов с 440 до 600 тыс. т. То есть в отработку можно было бы вовлечь дополнительно около 160 тыс. т запасов, для отработки которых уже пройдены все вскрывающие и подготовительные выработки.

Следовательно, неточное знание угловых параметров сдвижения может (в зависимости от «знака» погрешности углов) привести либо к неоправданным потерям угля в предохранительных целиках, либо к недооценке вредного влияния горных разработок на охраняемые объекты как на поверхности, так и в подрабатываемом массиве горных пород.

Угловые параметры определяются по результатам наблюдений на специальных наблюдательных станциях. Практически на всех шахтах Кузбасса имеются наблюдательные станции, но в большинстве случаев предприятия проводят наблюдения за состоянием конкретных объектов (жилыми и технологическими зданиями, инженерными сооружениями), определяя величины сдвижений и деформаций с целью контроля эффективности мер охраны данных объектов.

Для установления зависимости угловых параметров от горно-геологических условий и принятых технологических решений требуется иной подход к выбору мест заложения и конструкции наблюдательных станций и решения следующих задач:

Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием  
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ГОРНОМ ДЕЛЕ И МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ  
ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

- получение информации о фактически заложенных наблюдательных станциях на предприятиях;
- сбор и обработка результатов инструментальных наблюдений;
- анализ планов развития горных работ на 2016–2017 г., установление пластов, где планируется развивать очистные горные работы в данный период;
- принятие решения о целесообразности заложения наблюдательной станции на конкретном предприятии;
- разработка проекта наблюдательной станции;
- закладка наблюдательной станции;
- выполнение необходимых инструментальных наблюдений;
- сравнение полученных результатов инструментальных наблюдений с нормативными.

Для решения поставленных задач, на предприятиях следует заложить наблюдательные станции по требованиям «Инструкции по наблюдениям...» [3]: состоящей из профильных линий по простиранию и падению пласта с системой опорных и рабочих реперов (рис. 1).

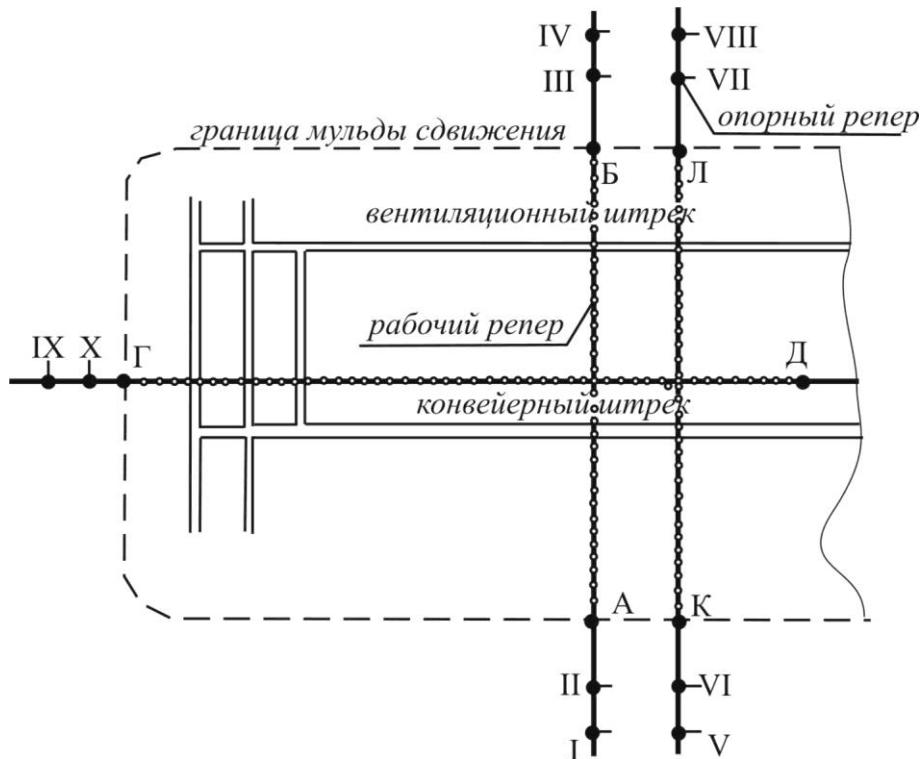


Рис. 1. Положение профильных линий на плане горных работ

Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием  
**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ГОРНОМ ДЕЛЕ И МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ**  
**ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ**  
**ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

Для получения данных о развитии процесса сдвижения необходимо провести начальную серию наблюдений до ввода очистного забоя в эксплуатацию, не менее четырех промежуточных наблюдений и серию конечных наблюдений после окончания процесса сдвижения.

Для определения граничных углов по результатам маркшейдерских съемок на наблюдательной станции рассчитывают вертикальные (деформации наклонов, кривизны) и горизонтальные деформации, на основании которых строят графики. На графиках деформаций отмечают граничные (наклон  $i_r=0,5 \times 10^{-3}$ ; растяжение  $\varepsilon_r=0,5 \times 10^{-3}$ ) и опасные ( $i_o=4 \times 10^{-3}$ ; кривизна  $K_o=0,2 \times 10^{-3}$ ;  $\varepsilon_o=2 \times 10^{-3}$ ) значения деформаций земной поверхности. Полученные точки проецируют на разрез по профильной линии и, учитывая положение границ очистных работ, определяют угловые параметры сдвижения (рис. 2).

Для каждого предприятия в отдельности, в зависимости от намеченных сроков введения очистного забоя в эксплуатацию, рассчитывают период времени на выполнение работ по заложению наблюдательной станции.

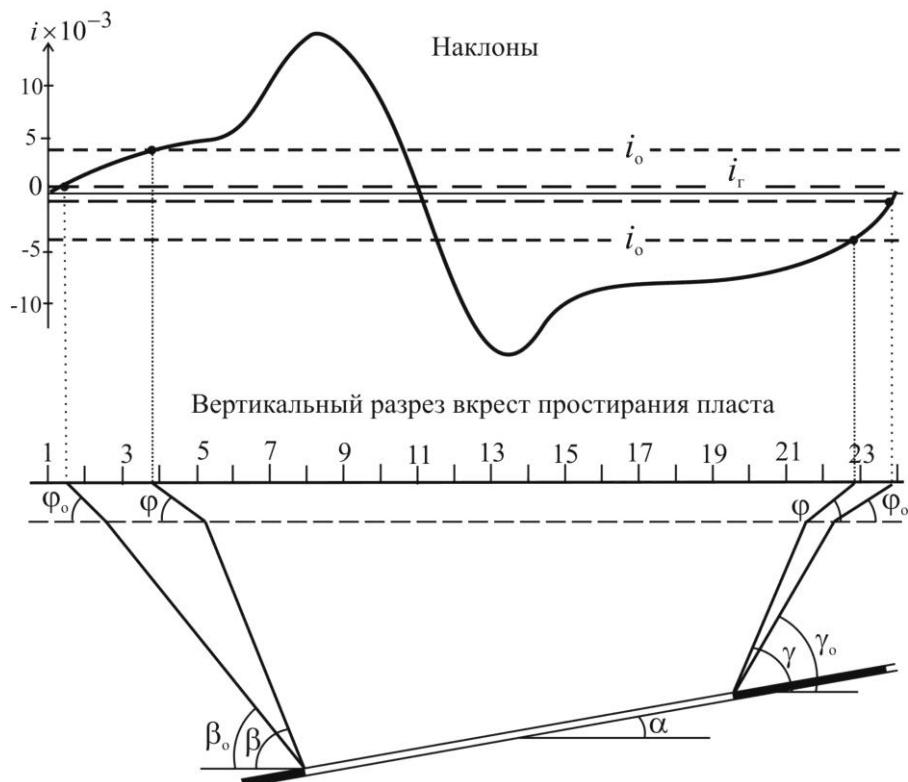


Рис. 2 – Схема к определению угловых параметров процесса сдвижения по результатам натурных наблюдений на разрезе вкрест простирания пласта

Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием  
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ГОРНОМ ДЕЛЕ И МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ  
ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Учитывая тот факт, что при заложении наблюдательной станции требуется выполнение значительного объема работ, затраты времени, потраченного на ее заложение, компенсируются временем потраченным на выполнение инструментальных наблюдений и обработки информации. Время может сокращаться за счет применения современных электронных тахеометров и сопутствующих устройств, которые также значительно повысят точность маркшейдерских измерений и достоверность полученных данных.

В результате обработки и анализа данных наблюдательных станций нормативные значения углов могут подтвердиться или не подтвердиться. Если в ходе исследований фактические данные совпадут с регламентируемыми «Правилами охраны...», то в процессе работы следует продолжать пользоваться данными по уже имеющемуся нормативному документу. Если же угловые параметры сдвижения будут отличаться от параметров, представленных в нормативном документе, то есть необходимость продолжить инструментальные наблюдения за процессами сдвижения с целью формирования представительной базы данных достаточной для признания правомерности изменения требований «Правилами охраны...» для конкретных условий.

Анализ геологических и производственных показателей на шахтах ОАО «СУЭК-Кузбасс» свидетельствует о схожих горно-технологических условиях отработки пластов угля (табл.).

Таблица  
Геологические и производственные показатели  
шахт ОАО «СУЭК-КУЗБАСС» за период 2009–2015 гг.

Шахта	Средняя скорость подвигания очистного забоя, м/мес.	Угол падения пластов, град	Длина очистного забоя, м
Котинская	255	5–14	150–300
имени В. Д. Ялевского	313	14–25	
Талдинская-Западная 1	165	3–7	
Талдинская-Западная 2	171	3–7	
Полысаевская	230	5–9	
имени 7 ноября	128	0–4	
имени С. М. Кирова	287	0–8	
Комсомолец	185	0–25	
имени А. Д. Рубана	197	0–8	

Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием  
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ГОРНОМ ДЕЛЕ И МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ  
ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Поэтому возможно проведение совместного анализа данных по шахтам ОАО «СУЭК-КУЗБАСС» с целью выявления закономерностей в изменении угловых параметров для каждого предприятия в отдельности или для всех предприятий в целом. Результатом такого анализа будут являться методические рекомендации по определению угловых параметров процесса сдвижения на шахтах компании.

**Список литературы:**

1. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях. – СПб. : ВНИМИ, 1998. – 291 с.
2. Балафин И. Е. Анализ угловых параметров сдвижения земной поверхности на шахтах западного Донбасса / И. Е. Балафин // Научный вестник НГУ. – 2010. – № 4. – С. 27–29.
3. Инструкция по наблюдениям за сдвижением горных пород, земной поверхности и подрабатываемыми объектами на угольных и сланцевых месторождениях. – М.: Недра, 1989. – 97 с.
4. Трубчанинов А. Д. , Ветошкин Д. Н. Оценка точности определения границ зон подработки для градостроительной документации / А. Д. Трубчанинов; Д. Н. Ветошкин // Маркшейдерский вестник. – 2007. – № 4. – С. 49–51.