УДК 622.272:502.65

О.И.КАЗАНИН, *д-р техн. наук, профессор, kazanin@spmi.ru,*
С.Н.ЗЕЛЕНЦОВ, *канд. техн. наук, zelencov_sn@spmi.ru,*
Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург
А.А.МЕШКОВ, *горный инженер, MeshkovAA@suek.ru,*
СУЭК-Кузбасс, Ленинск-Кузнецкий

O.I.KAZANIN, *Dr. in eng. sc., professor, kazanin@spmi.ru,*
S.N.ZELENCOV, *PhD in eng. sc., zelencov_sn@spmi.ru,*
National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg
A.A.MESHKOV, *Mining engineer, MeshkovAA@suek.ru,*
SUEK-Kuzbass, Leninsk-Kuznetskiy

ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ УГЛЕДОБЫЧИ НА ПОДРАБАТЫВАЕМЫЕ ЗЕМЕЛЬНЫЕ УЧАСТКИ В УСЛОВИЯХ ШАХТЫ «КРАСНОЯРСКАЯ» (СУЭК-КУЗБАСС)

Проведен анализ деформаций и разрушений земной поверхности под воздействием отработки пласта Байкаимский в пределах горного отвода шахты «Красноярская». Отмечен необычный характер процесса сдвижения, при котором разрушения поверхности наблюдаются при глубине разработки, более чем в 50 раз превышающей вынимаемую мощность пласта. Предложена гипотеза о механизме формирования разрушений поверхности.

***Ключевые слова*:** подземная разработка, угольный пласт, сдвижение, разрушение поверхности.

FEATURES OF COAL MINING INFLUENCE ONTO UNDERMINED GROUND AREA IN CONDITIONS OF «KRASNOYARSKAYA» MINE (SUEK-KUZBASS)

The analyses of daily surface deformations and destructions as a result of coal seam «Baikaimski» mining into the mine «Krasnoyarskaya» area was executed. The unusual character of subsidence, were surface destructions are observed when the mining depth more than 50 times exceed the seam thickness, is marked. The hypothesis of mechanism of surface destructions is offered.

***Key words*:** underground mining, coal seam, subsidence, surface destructions.

Шахта «Красноярская» расположена в г. Ленинск-Кузнецкий Кемеровской области, входит в состав ОАО «СУЭК-Кузбасс», работает в режиме шахта-лава. В настоящее время в поле шахты отрабатывается пласт Байкаимский средней мощностью 2,6 м и углом падения до 8-14°. Система разработки пласта – длинными столбами по простиранию с восходящим порядком отработки выемочных участков. Выемочные участки подготовлены спаренными выработками, разделенными целиками шириной 30-35 м, длина лав составляет 190-200 м, длина выемочных участков от 1400 до 2200 м. Нагрузки на очистной забой достигают 200000 т/мес., что обеспечивает подвигание лав со скоростью до 250 м/мес.

Глубина ведения работ в процессе отработки пласта изменялась от 300 до 150 м. Породы покрывающей толщи представлены песчаниками, алевролитами, угольными пластами (с прослойками). В толще встречаются

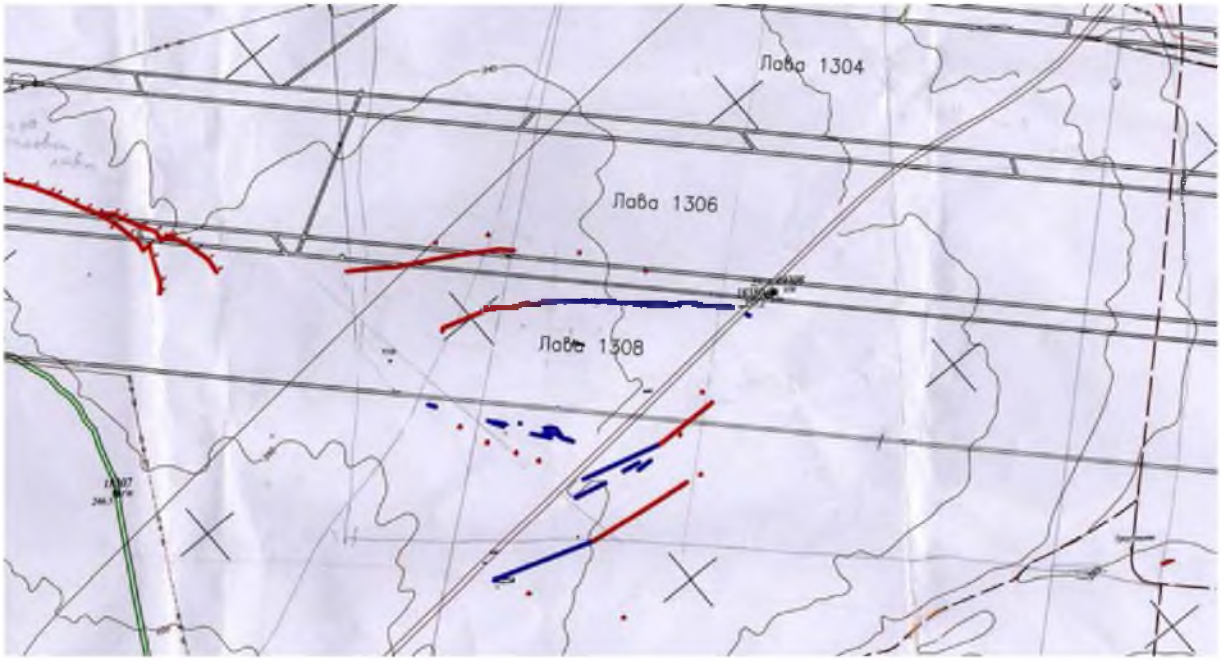


Рис.1. Расположение трещин (сплошные линии), образовавшихся в результате подработки (фрагмент)

незначительные по мощности и не выдержанные по площади аргиллиты. Повсеместно продуктивные отложения перекрываются чехлом четвертичных аллювиальных и делювиальных отложений мощностью от 0,8 до 74 м. Четвертичные отложения (на водораздельных участках) представлены покровными лёсовидными макропористыми суглинками, переслаивающимися слабопесчаной глиной, песчаными разностями и щебенкой коренных пород. Мощность делювиального суглинка изменяется от 0,85 до 70 м. На участках, подработанных пластом Байкаимский, мощность наносов составляет около 55 м. Водоносность этих отложений незначительная, практически они безводны.

В процессе отработки пласта, начиная с глубины примерно 300 м, на земной поверхности над выемочными участками 1310, 1308, 1306 появились провальные трещины шириной до 7 м, глубиной до 3,5 м и протяженностью до 500 м и более. Трещины образовались не над всей подработанной зоной, а лишь на отдельных участках (рис.1, 2). Такой вид деформирования подработанной толщи не характерен для отработки пологих пластов на глубинах, превышающих 20m (здесь m – мощность угольного пласта) более чем в 4-5 раз, и входит в противоречие с установившимися, общепринятыми представлениями о характере и параметрах процесса сдвижения пород в данных условиях*. По виду и характеру деформирования земной поверхности такие разрывные ее нарушения не являются провалами в классическом толковании этого термина.

Анализ характера разрушений земной поверхности показал следующее:

• процесс деформирования в основном затрагивает верхнюю часть мощных наносов глубиной не более 3-4 м, зоны трещин вокруг обрушенных пород нет;

• все деформации поверхности имеют вид продолговатых рвов («борозд») или цепочек отдельных воронок, как правило, шириной около 4 м;

• процесс деформирования верхней части наносов носит продолжительный характер, например, образовавшиеся еще в 2010 г. «борозды» над лавой 1310 увеличились по длине в текущем году еще в 2 раза. Увели-

* Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях. СПб, 1998. 291 с.

Rules of Constructions and Natural Objects Protection from Harmful Effect of Underground Coal Mining. Saint-Petersburg, 1998. 291 p.



Рис.2. Фотографии трещин на поверхности (поле Мануленко). Предоставлены маркшейдерской службой шахты «Красноярская»

чилась по длине и цепочка «провалов» над лавой 1308. Отдельные изолированные воронки со временем объединяются в сплошную борозду;

• подавляющее число «борозд» составляет с простиранием пласта угол менее 45°, довольно часто параллельно простиранию и с явным тяготением к районам межлавных целиков;

• прослеживается тенденция общего увеличения количества и протяженности деформаций с уменьшением глубины горных работ. При отработке лавы 1304 количество деформаций может оказаться максимальным.

В отраслевых нормативных документах по оценке влияния подземной разработки угольных месторождений на объекты на поверхности, на основе анализа и обобщения всех случаев возникновения провалов на угольных месторождениях СССР и России представлено эмпирическое соотношение между верхней границей горных работ $H_в$ и мощностью отрабатываемого пласта m. Провалы земной поверхности при пологом или наклонном залегании пласта ($\alpha \leq 35°$) и $m \leq 3$ м могут возникнуть только при ведении горных работ на глубинах $H_в < 20m$. При глубине $H_в \geq 20m$ провалов не возникает. При внешней похожести деформаций земной поверхности на провал механизм возникновения разрывных нарушений, приведенных на рис.2, несколько иной.

В процессе наблюдений за сдвижением толщи наносов и коренных пород на контакте с наносами (работы И.А.Петухова) было замечено, что наносы значительной мощности вызывают резкое изменение направления векторов смещения точек поверхности. Наблюдения проводились в Челябинском бассейне в подрабатываемых шурфах на двух шахтах (№ 45 и 42 «Капитальная») с углами падения пластов 40 и 14°, при мощности наносов около 10-15 м (рис.3). Наблюдения зафиксировали различное направление сдвижений точек, расположенных на земной поверхности и на контакте коренных пород с наносами.

Векторы сдвижения коренных пород в центральной части мульды направлены по

нормали к пласту, а в наносах – к центру мульды, т. е. так же, как и при горизонтальном залегании пласта. Такое явление объясняется отрывом коренных пород от наносов на контакте и тенденцией наносов сдвигаться вниз, не повторяя горизонтальных сдвижений толщи коренных пород. Вследствие этого шурф, испытывающий в различных точках различно направленные горизонтальные сдвижения, срезается, что и наблюдалось на указанной шахте в толще наносов в нижней ее части, а в районе верхней границы может возникнуть зона растягивающих деформаций.

В этом случае пониженная жесткость прогибающихся слоев толщи горных пород вызывает расширение границ мульды, увеличение высоты зоны наибольших сдвижений *ABC* (рис.3), величины и скорости оседаний, изменение распределения деформаций в мульде. Высокая скорость подвигания лавы, большая скорость оседания толщи пород над выработанным пространством вызывает резкое нарастание деформаций растяжений в мульде сдвижения, что часто приводит к разрыву сплошности пород как в толще, так и на земной поверхности.

При отработке пластов под толщей коренных пород, содержащей мощные слои крепких пород (в данном случае песчаников), возможно зависание этих пород, а затем обрушение большими пролетами. Как следствие в толще возникают большие сосредоточенные деформации, которые передаются наносам. Возникновение зависания пород у межлавных целиков также способствует дезинтеграции массива, нарушению плавности процесса сдвижения и коренных пород над угольной толщей, и наносов. Как уже отмечалось, при большой мощности наносов даже незначительные деформации на контакте коренных пород с наносами могут привести к формированию разрывов на поверхности.

Такая гипотеза механизма формирования разрывов на поверхности была принята за основу при постановке задач для физического и математического моделирования процессов сдвижения для условий шахты «Красноярская». Проведенные исследования

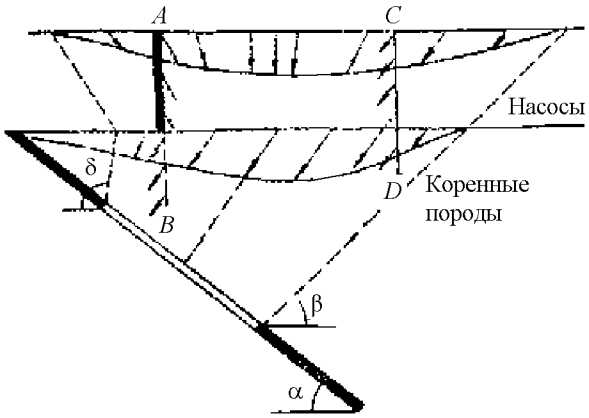


Рис.3. Векторы сдвижения точек земной поверхности и контакта коренных пород с наносами при значительной мощности наносов

подтвердили правомерность описанного механизма и послужили основой для разработки комплекса рекомендаций по предотвращению формирования разрывов на поверхности.

Анализ деформаций поверхности на шахте, обобщение результатов исследований процессов сдвижения подработанной толщи[*] показали необходимость корректировки отраслевых нормативных документов с учетом практики современного горного производства и достигнутых скоростей подвигания очистных забоев. В правилах охраны сооружений[**] параметры зон сдвижения и закономерности их формирования определены для скоростей подвигания до 150 м/мес. На современных шахтах, работающих в режиме шахта-лава, скорость подвигания очистных забоев может превышать 200 м/мес., что предъявляет дополнительные требования к изучению геологического строения массива, а также делает актуальными исследования влияния скорости подвигания на процессы формирования зон сдвижения подработанной толщи.

---

[*] *Peng S.S.* Coal Mine Ground Control. West Virginia University, 2008. 750 p.

[**] Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях. СПб, 1998. 291 с.

Rules of Constructions and Natural Objects Protection from Harmful Effect of Underground Coal Mining. Saint-Petersburg, 1998. P.291.