

УДК 622.023.68

С.В. Кузьмин, И.А. Сальвассер

**ФАКТОРЫ И КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ПРИЗНАКИ,
ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПУЧЕНИЕ**

Проведение горной выработки нарушает равновесие в окружающих ее породах, изменяет поле напряжений, проявляющееся в деформациях выработки и крепи. Деформации почвы выработок, называемая пучением, давно привлекает внимание горняков, поскольку в ряде условий непосредственно влияет на технологический процесс добычи угля. П.М. Цимбаревич [1] относит вспучивание пород к особому виду деформаций, считая, что причины вспучивания могут быть механические, физические и химические. Он приводит схему нагружения почвы в прямоугольной выработке и дает расчет величины давления со стороны почвы на 1 пог. м выработки. Целигоров [2], анализируя процесс пучения пород в выработках шахт Артемовского бурогольного месторождения, выделяет три группы проявления пучения: интенсивное (с полной деформацией крепи), медленное, слабое (набухание, постепенно затухающее с удалением внешней влаги). Во всех трех группах основное значение, по его мнению, имеет горное давление, но учесть все сочетания сопутствующих факторов, усиливающих или уменьшающих горное давление, в том числе и пучение, невозможно. М.В. Сыроватко [3] так же делит деформации глинистых пород на три типа.

Подробно рассмотрел причины пучения В.М. Городничев [4], разделив их на две основные группы: пучение, происходящее под влиянием внутренних сил, действующих в породе; пучение, вызываемое внешними силами, действующими на породу.

К причинам первой группы он относит набухание пород, увеличение их объема, вследствие химических реакций, увеличение объема пород в результате внутреннего давления газов.

Ко второй – действие веса вышележащих пород или напряженное состояние горного массива, обусловленного весом пород. При этом пучение проявляется в форме выдавливания или течения пластичных пород, пластических деформаций твердых пород, неупругого расширения пород в выработку.

По степени интенсивности он делит пучение на: слабое (давлению пород противостоит обычная крепь, а ее деформации устраняются без нарушения нормального функционирования выработки); среднее (требуется усиленная крепь и бетонная крепь с обратным сводом); сильное (давлению пород противостоят специальные виды крепи – жесткие конструкции, тубинги и т.п.)

Из факторов, способствующих пучению, в [4] выделяются: влияние глубины работ; влияние воды, гидростатических напоров и влаги воздуха;

влияние размеров поперечного сечения выработки, охранных целиков и крепости пород кровли.

В работе [5] обобщены факторы, отмеченные рядом авторов, оказывающие влияние на пучение пород: связь его с типами породы; влияние воды; влияние глубины разработки; влияние мощности пучающегося слоя: влияние очистных работ, способов охраны подготовительных выработок, ширины выработки.

В целом ряде экспериментов на моделях и натурных измерений изучалось влияние отдельных факторов, представляющихся исследователям преобладающими при пучении почвы. В работе [6] отмечается, что пучение почвы подготовительных выработок является результатом действия горного давления, которое при слоистой структуре почвы проявляется в виде изгиба и перемещения слоев по плоскостям напластования. Физико-химические причины пучения почвы рассматриваются в [7].

В [8] на основе наблюдений на шахтах ПО «Гуковуголь» за деформированием пород почвы в подготовительных выработках установлено, что независимо от глубины ведения работ пучение является следствием двух одновременных процессов: выдавливания пород из областей повышенных напряжений, расположенных под угольным массивом в боках выработки, и разрыхления пород почвы, связанного с возникновением в выдавливаемых породах трещин расслоения, параллельных плоскости напластования пород, и трещин разлома, пересекающих слои под углом к напластованию.

Оценка состояния почвы с делением на баллы по мере образования волнистости и до разрывов ее сплошности предпринята в [9].

Применительно к выемочным выработкам, где необходимо проведение мероприятий по борьбе с пучением, ВНИМИ в «Прогрессивных паспортах крепления, охраны и поддержания подготовительных выработок при бесцеликовой технологии отработки угольных пластов» рекомендует условия их поддержания устанавливать по безразмерному критерию $\Omega = 0,025H / R_{II}$, где H - глубина расположения выработки от поверхности, м; R_{II} - временное сопротивление пород почвы на сжатие в образце, МПа; Этот критерий характеризует степень выдавливания (пучения) пород почвы внутрь выработки в зависимости от геологических условий (H, R_{II}) и способа охраны и поддержания выработок. Область эксплуатационного состояния выработок можно существенно расширить, используя специальные мероприятия: замкнутые

крепи, упрочнение пород почвы анкерованием, химическими методами, цементацией, разгрузку массива от повышенного горного давления.

В работе [10], выполненной ИГД им. А.А. Скочинского, к факторам, влияющим на пучение отнесены: напряженное состояние нетронутого массива горных пород, структура пород почвы, свойства пород почвы, структура и свойства пород покрывающей толщи, влияние воды, длина лавы, способ охраны выработки, надработка или подработка выработок, размеры и форма выработки. Из этих факторов выделены основные: напряженное состояние пород вокруг выработки, структура и свойства массива горных пород, влияние воды, поступающей в пучащий слой, общая геометрия горных работ и выработок.

Л.К. Нейман на базе патентных исследований [11] отмечает природные и технологические факторы. К первым отнесены: глубина расположения выработки от поверхности, прочность пород и их трещиноватость, литологический состав пород, метаморфизм пород, их влажность. Ко вторым – способ проведения выработки, форма поперечного сечения выработки, схема ее проведения (широким или узким ходом), тип и характеристика крепи, способ охраны выработки.

Рассмотрение параметров, принимаемых во внимание при анализе такого сложного геомеханического явления, как пучение почвы выработок, позволяет отметить, что исследователи выделяют заданные природой и производные (технологические) факторы, степень влияния которых зависит

от конкретной обстановки. Основным фактором признано проявление горного давления, вызывающего тот уровень напряжений в слое породы, который приводит к ее деформации и пучению. Этот уровень повышается с увеличением глубины заложения выработки, т.е. вероятность пучения растет с удалением выработки от земной поверхности. Другим важным фактором является физико-механические свойства пород, в которых происходит выработка и оказывающихся в зоне ее влияния.

Классификационные критерии пучения основаны на показателях величины и интенсивности его проявления. Количественное разделение этих показателей затруднено, т.к. максимум для одних условий может не быть таковым для других и т.п. Поэтому на практике оценка изучения производится такими категориями, как «среднее», «сильное», «слабое», т.е. достаточно субъективно. В то же время многофакторность этого явления не позволяет классифицировать его для реальных условий более определенно.

Из вышеперечисленных факторов и классификационных признаков, анализа механизмов пучения, следует, что интенсивность пучения в значительной степени определяется расстоянием от максимума зоны опорного давления на эпюре давления вокруг выработки до боковой стенки выработки, вследствие чего уменьшение величины пучения почвы в горных выработках может быть достигнуто путем переноса зоны опорного давления вглубь массива.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цимбаревич П.М. Курс рудничного крепления. ОНТИ НКТН СССР. М. – Л, 1936. – 698 с.
2. Целигоров А.И. Некоторые вопросы пучения горных пород. Углетехиздат, 1949 – 256 с.
3. Сыроватко М.В. О пучении глинистых пород в угольных шахтах. Углетехиздат, 1948.
4. Городничев В.М. Современные методы борьбы с пучением горных пород. Госгортехиздат, М., 1960 - 100 с.
5. Лыткин В.А. Механизм пучения пород в подземных выработках. Наука, М., 1965. - 132 с.
6. Костоманов А.И. Закономерности смещения контура почвы выработок в зоне влияния очистных работ / Костоманов А.И., Касьян Н.Н. Сб. Технология подземной разработки угольных месторождений, №42, «Техника», Киев, 1975.
7. Васильченко А.А. Физико-химические причины пучения почвы и внезапных выбросов./ Уголь Украины №2, 1987 - С. 30-32.
8. Зубов В.П.. Влияние глубины разработки на пучение пород почвы в подготовительных выработках / Зубов В.П., Лазченко К.Н., Иванов А.А. Уголь Украины. №12, 1984. - С. 13-14.
9. Садыков Н.М. Классификация состояний почвы в очистных выработках. //ВНИМИ, сб. №68, Л.,1968. - С. 104-109.
10. ИГД им. Скочинского. Разработка методов прогноза и предложений по борьбе с интенсивными деформациями и обрушениями пород в горных выработках. Отчет по работе 0102011000, Люберцы, 1988.
11. ВНИМИ. Провести патентные исследования средств и способов борьбы с пучением пород в горных выработках. Отчет по работе 023901300, Л., 1988.

Авторы статьи:

Кузьмин
Сергей Владимирович
мл. научн. сотр.лабор. геомеханики
Научного центра геомеханики и проблем
горного производства НМСУ «Горный»
Email:kuzmichsv87@mail.ru

Сальвассер
Иван Александрович
директор по развитию
ОАО «СУЭК-Кузбасс»
Тел.: 8-812-328-86-54,
8-904-617-88-39