

УДК 551.24:553.94:622.83

И. Ю. Кесарийская, канд. геол. наук, М. Д. Карали

ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», Донецк, Украина

Характеристика обрушаемости, устойчивости и крепости углевмещающих пород Донецкого бассейна

В работе рассмотрены вопросы устойчивости, крепости и обрушаемости углевмещающих пород Донбасса. Охарактеризовано изменение устойчивости и обрушаемости пород кровли с глубиной и по площади бассейна. В качестве основных факторов, влияющих на показатели работы угольного предприятия, рекомендуется принимать: устойчивость пород кровли; крепость пород в 3-метровом слое над пластом; тип непосредственной почвы по устойчивости; крепость пород почвы в 3-метровом слое под пластом.

Ключевые слова: трещиноватость, устойчивость вмещающих пород, обрушаемость, ложная кровля, горно-геологические условия.

Угольные шахты Донбасса характеризуются весьма широким диапазоном горно-геологических условий, которые оказывают существенное влияние на производственно-технические показатели работы угледобывающих предприятий и, в конечном счете, на его технико-экономические показатели. Количественное влияние каждого фактора, характеризующего горно-геологические (естественные) условия шахтного поля (мощность пласта, глубина залегания, угол падения, разрывная и складчатая тектоника и др.) зависит как от самого фактора, так и от условий, в которых происходит его воздействие, то есть от взаимодействия с другими факторами.

Одним из ведущих факторов, оказывающих влияние на эффективность горного производства, является устойчивость и крепость углевмещающих пород. Действие данного геологического фактора на экономические показатели работы угольного предприятия связано с влиянием на такие элементы себестоимости как заработная плата, стоимость материалов и электроэнергии, стоимость проведения и поддержания горных выработок, скорость подвигания очистных забоев и др. Наиболее существенное влияние оказывает устойчивость пород кровли. Под устойчивостью понимается способность нижних слоев кровли удерживаться от обрушения в течение определенного времени (сохранять несущую способность). Устойчивость кровли угольных пластов зависит от горно-геологической и горнотехнической обстановки.

Основными элементами технологии, оказывающими влияние на состояние кровли в лаве являются:

- способ выемки, тип и величина захвата выемочной машины;
- способ управления кровлей в очистном забое;
- несущая способность крепи и плотность установки крепи;
- скорость подвигания очистного забоя;
- конструкция и геометрические параметры паспорта крепления и, прежде всего, расстояние между рамами крепи и расстояние от конца верхняка до забоя.

Устойчивость вмещающих пород в горных выработках определяется их литологическим составом, трещиноватостью, обводненностью, физико-механическими (прочностными, деформационными) характеристиками, которые, в свою очередь, зависят от условий образования и стадии катагенеза массива пород.

Группой авторов в работе «Прогноз горно-геологических условий эксплуатации шахт Донецкого бассейна» была установлена зависимость устойчивости пород непосредственно кровли от литологического состава и мощности слоев [1]. Было прослежено изменение средних значений коэффициентов вывалообразования K_1 и K_2 по литологическим разностям пород. Коэффициент вывалообразования K_1 показывает отношение суммарной длины вывалов кровли высотой до 0,5 м к длине очистного забоя, а K_2 - тоже, при вывалах высотой более 0,5 м. Значения коэффициентов

уменьшаются от аргиллитов, к алевролитам и далее к песчаникам и известнякам. Для Донбасса среднее значение K_1 по аргиллитам равно 32%, по алевролитам – 20%, по песчаникам – 13% и для известняков – 11%. Установлена обратная связь значений коэффициентов вывалообразования с мощностью слоя. Определенное влияние на устойчивость кровли оказывает глубина разработки и катагенез пород [2]. Возрастание коэффициентов K_1 и K_2 прослеживается до 700 – 800 м, а далее они снижаются или изменения не наблюдаются. На достигнутых глубинах отработки влияние глубины наиболее заметно по пластам углей марок Д и Г, на остальных стадиях катагенеза оно незначительно. В капитальных и подготовительных выработках влияние глубины проявляется в увеличении интенсивности пучения пород почвы.

Отмечается резкое снижение устойчивости пород в зонах развития тектонических нарушений, что обусловлено развитием в них различных деформаций, трещиноватости, дробления и обводненности пород.

Изучению вопроса устойчивости боковых пород посвящены многие теоретические исследования, созданы различные классификации. Для прогноза устойчивости при геологоразведочных работах в Донбассе предложены вероятностно-статистический метод, методика литолого-фациального прогноза, методика объединения «Донбассгеология» и другие. Наибольшее практическое использование получила классификация Донути, базирующаяся на единстве прогнозных геомеханических и литологических критериев и соответствующих им технологических решений (табл.1). В этой классификации используются следующие понятия:

1. А - обрушаемость массива пород над пластом;
2. Б - устойчивость нижнего слоя кровли;
3. П - устойчивость непосредственной почвы.

Таблица 1 - Классификация по устойчивости пород кровли и почвы угольных пластов

Категория	Значение геомеханических критериев	Ориентировочный литологический состав для прогноза категорий боковых пород	Характеристика вмещающих пород
Устойчивость пород кровли			
Б ₁	V=0,01-0,2м Г=0,05-0,1м Д= 0 м	Слой углисто-глинистого сланца с характерными плоскостями ослабления ($f < 2$)	Весьма неустойчивые породы, обрушающиеся вместе с разрушаемым при выемке углем (ложная кровля)
Б ₂	V=0,05-0,3м Г=0,1-0,4м Д=0м	Слой глинистого сланца, реже непрочного песчаника или известняка ($2 < f < 3$)	Неустойчивые породы, не способные образовывать устойчивые естественные обнаженные поверхности
Б ₃	V=0,1-0,5м Г=0,3-0,6м Д<2м	Слой сланцев, реже – песчаника или известняка ($3 < f < 5$)	Малоустойчивые породы, способные образовывать относительно устойчивые обнаженные поверхности
Б ₄	V=0,2-0,7м Г=0,5-1,0м Д<5м	Слой прочного сланца или песчаника, реже известняка ($5 < f < 7$)	Породы средней устойчивости, образующие устойчивые обнаженные поверхности в призабойном пространстве
Б ₅	V=0,5-2,0м Г>1,0м Д>5м	Монолитный слой прочного песчаника, известняка, реже песчаного сланца ($f > 7$)	Устойчивые кровли
Устойчивость верхнего слоя почвы			
П ₁	$\sigma_{вд} < 10$ МПа	Сланцы «кучерявой» текстуры с зеркалами скольжения ($f < 2$)	Весьма неустойчивые породы, которые разрушаются при взаимодействии с технологическими средствами добычи угля (ложная почва)
П ₂	$10 < \sigma_{вд} < 25$ МПа	Сланцы, реже песчаники «кучерявой» текстуры ($2 < f < 4$)	Малоустойчивые породы, которые не разрушаются при взаимодействии с технологическими средствами выемки угля и не служат надежной опорой стоек крепи при поддержании кровли
П ₃	$\sigma_{вд} > 25$ МПа	Однородный массив из сланцев или песчаников ($f > 4$)	Устойчивые породы, не образующие осложнения с применением средств крепления и управления кровлей

В качестве основных факторов, влияющих на показатели работы угольного предприятия, могут быть приняты:

- устойчивость пород кровли;
- крепость пород в 3-метровом слое над пластом;
- тип непосредственной почвы по устойчивости;
- крепость пород почвы в 3-метровом слое под пластом.

Трехметровая зона над и под пластом включает все возможные варианты расположения участков подготовительных выработок.

Геомеханические критерии, используемые для классификации

1. По устойчивости нижнего слоя кровли:

В – высота нижнего слоя непосредственной кровли, м. Определяется как расстояние по нормали от кровли угольного пласта до первой ослабляющей поверхности в породах непосредственной кровли.

Г – расстояние между трещинами в нижнем слое, м. Определяется как расстояние по нормали между соседними сонаправленными трещинами.

Д – размер устойчивого шага зависания нижнего слоя в выработанном пространстве.

2. По устойчивости почвы:

$\sigma_{вд}$ – прочность почвы на вдавливание.

В ранее проведенных работах по изучению устойчивости и обрушаемости углевмещающих пород [2, 3] было установлено следующее процентное соотношение устойчивости кровли угольных пластов Донецкого бассейна: на пологих пластах преобладают малоустойчивые B_2 и среднеустойчивые B_3 породы – по 37%; на крутых – неустойчивые B_1 и малоустойчивые B_2 , которые составляют 45,2 и 41,6% соответственно.

Ложная кровля распространена в 5,5% лав на пластах пологого залегания и по 18,3 % лав – на крутых пластах. В непосредственной почве пологих пластов распространены алевролиты (63,6%), на крутых пластах – аргиллиты (55,5%). Процентное развитие ложной почвы 5 – 6%.

Следует отметить, что многие пласты имеют невыдержанные по площади типы кровли, поэтому при оценке используется среднее арифметическое индексов показателя Б по всем действующим на момент оценки очистным забоям.

Из всех угледобывающих предприятий Донбасса в отдельную группу по устойчивости боковых пород выделяются шахты Центрального района. При углах падения свыше 35° количество шахтопластов с неустойчивой кровлей выше, чем на пластах с углами падения до 35° . Это объясняется более широким развитием поверхностей скольжения, являющихся следствием интенсивного проявления тектонических напряжений. Влияние степени катагенеза выражено в заметном уменьшении числа шахтопластов с неустойчивой кровлей в направлении с запада на восток. Такая закономерность обусловлена увеличением в восточном направлении катагенеза пород, и, как следствие этого, повышением механической прочности и их устойчивости в горных выработках. Однако, увеличение катагенеза с глубиной, влияет в меньшей мере, так как перекрывается более интенсивным локальным действием других факторов.

Крепость вмещающих пород определяет выбор технологии и методов проведения подготовительных горных выработок, от которых, в свою очередь, зависят темпы проведения выработок [2, 4]. Они оказывают непосредственное влияние на нормальную работу действующих очистных забоев, применение прогрессивных систем разработки, на своевременную подготовку новых горизонтов и сроки реконструкции действующих предприятий. Применение проходческих комбайнов позволяет механизировать все технологические операции и значительно повысить производительность труда. Область применения проходческих комбайнов, как правило, ограничивается крепостью пород $f=6$ по шкале проф. Протодяконова.

Важное влияние на технологические процессы отработки оказывает наличие ложной кровли – залегающий непосредственно над разрабатываемым пластом легкообрушающийся слой пород (в среднем 0,2 м до 0,5 м). В большинстве случаев она сразу же обрушается после выемки угля, и удержание ее при помощи крепи связано с большими трудностями. Абразивная порода увеличивает износ резцов комбайна, рештаков, забойных конвейеров.

В целом по бассейну ложная кровля развита в 65% разрабатываемых угольных пластов. Степень ее площадного развития изменяется в значительных пределах. По данным ИГД им. А.А.Скочинского около 28% шахтопластов характеризуются развитием ложной кровли на площади до 25% пласта, 15% пластов на площади 25-50%; 22% пластов имеют ложную кровлю, развитую на площади, превышающей 50% общей площади пласта. Такое значительное площадное развитие ложной кровли связано, по-видимому, с частыми случаями отнесения к ней весьма неустойчивых пород непосредственной кровли. Ложная кровля осложняет работу в очистном забое. Ее широкое площадное распространение ($S > 40\%$) приводит к повышенному засорению угля породой.

Таким образом, устойчивость и крепость углевмещающих пород, а также наличие ложной кровли являются одними из ведущих факторов, оказывающих влияние на эффективность горного производства и экономические показатели работы угольного предприятия.

Библиографический список

1. Прогнозный каталог шахтопластов Донецкого угольного бассейна с характеристикой горно-геологических факторов и явлений. /Институт горного дела им. А.А. Скочинского АН СССР. - М. - 1992 – 499с.
2. Корсак О.Г., Шульга В.Ф., Нагорный Ю.Н., Буряченко М.Ф., Артёменко П.Г. Методика прогнозної оцінки умовий розробки угольних пластов Донбасу на великих глибинах. - К.: Інститут геологічних наук АН УССР, 1985. - 58с
3. Брижанёв А.М., Буряченко М.Ф., Галазов Р.А., Кирюков В.В. Прогноз горно-геологических условий эксплуатации шахт Донецкого бассейна. //Обзор ЦНИЭИуголь. – М.: - 1990. – 46с.
4. Астахов А.С. Экономическая оценка запасов полезных ископаемых. М.: - Недра, 1981. – 287с.

Надійшла до редакції 17.06.14

I. Ю. Кессарійська, канд. геол. наук, М. Д. Каралі

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Характеристика обвальності, стійкості й міцності углевміщуючих порід Донецького басейну

У роботі розглянуті питання стійкості, міцності й обвальності углевміщуючих порід Донбасу. Охарактеризовано зміну стійкості й обвальності порід покрівлі з глибиною і по площі басейну. Як основні фактори, що впливають на показники роботи вугільного підприємства, рекомендується приймати: стійкість порід покрівлі; міцність порід в 3-метровому шарі над пластом; тип безпосередньої підшви по стійкості; міцність порід підшви в 3-метровому шарі під пластом.

Ключові слова: тріщинуватість, стійкість вміщуючих порід, обвальність, несправжня покрівля, гірничо-геологічні умови.

I.Kessariyska, M.Karali

Donetsk National Technical University

Characteristic of cavability, stability and hardness of coal-bearing rocks of the Donets basin

The paper discusses the issues of stability, hardness and cavability of coal-bearing rocks of Donbas. The changes of stability and cavability of the seam roof with depth and on the Basin area are described. As the main factors influencing work of the coal mine, it is recommended to accept: stability of the seam roof, rock hardness in 3-meter layer over coal bed, type of the seam floor on stability, rock hardness in 3-meter layer under coal bed.

Keywords: rock jointing, stability of enclosing rock, cavability, false seam roof, geological conditions.