

ТЕКТОНИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ СУФЛЯРОВ МЕТАНА

Розглянуті тектонічні умови формування суфлярів метану на шахтах Красноармійського району Донбасу.

TECTONIC CONTROL OF METHANE BLOWERS

The tectonic terms of forming of methane blowers on the mines of Krasnoarmeysk region of Donbas were considered.

Суфляры метана являются одним из следствий наличия локального скопления свободного газа в угленосной толще, которое проявляется после вскрытия горной выработкой. Выделения метана происходят из трещин, шпуров или скважин, вскрывающих ловушки различного типа, где произошло накопление и сохранение метана в свободном состоянии. Установление закономерностей распространения суфляров метана необходимо как в целях обеспечения безопасности работ в шахтах, так и для определения факторов, благоприятных для формирования скоплений метана в угленосной толще.

Одним из основных геологических факторов, влияющих на распределение газа в угленосном массиве, является тектоника. Разрывная и складчатая нарушенности являются проявлением одного процесса – деформации угленосной толщи, только в первом случае – в хрупком виде, а во втором – в пластичном. В результате происходит деструктуризация угленосной толщи, при которой создаются локальные коллекторы, главным образом – трещинные, со всех сторон окруженные ненарушенными породами, где появляется возможность накопления метана, перешедшего в свободное состояние. Таким образом, создается локальное скопление метана, коллектором для которого служат трещиноватые горные породы, а экраном – окружающие породы, не подвергшиеся тектонической деформации.

Исследования проводились в центральной, наиболее газоносной части Красноармейского геолого-промышленного района Донбасса, на полях шахт Добропольская и Белицкая, сверхкатегорным по содержанию метана. В горных выработках шахты Белицкая были зафиксированы многочисленные (более 30) случаи проявления суфляров метана на пластах l_8 , l_3 , l_2^1 , k_8'' , k_5^e в горных выработках шахты Добропольская также отмечались суфляры метана, большинство из которых (8) - на пласте l_3 . Суфляры имеют преимущественно геологическое происхождение, что характерно для районов Донбасса с малометаморфизованными углями (марки Д - Ж). Большинство суфляров метана на этих шахтах по своему расположению приурочены к малоамплитудным тектоническим нарушениям. В локальных зонах трещиноватости, которые чаще всего сопровождают малоамплитудные тектонические нарушения, возможно образование скоплений метана. Для установления мест скопления метана необходимо опреде-

лить интенсивность тектонической нарушенности, благоприятную для их формирования.

Рассмотрим тектоническое строение наиболее отработанного этими шахтами угольного пласта l_3 .

На поле шахты Добропольская горными работами выявлено около 80 малоамплитудных разрывов типа сбросов и надвигов. Для выявления закономерностей размещения малоамплитудных разрывов на поле шахты Добропольская была построена карта интенсивности малоамплитудной нарушенности угольного пласта l_3 . Оценка степени нарушенности угольных пластов малоамплитудными разрывами выполнялась при помощи показателя K_n , который рассчитывался по хорошо апробированному в Донбассе методу.

Интенсивность нарушенности пласта малоамплитудными разрывами в пределах шахтного поля неравномерная. Ненарушенные или очень слабо нарушенные участки соседствуют с зонами, где угленосные отложения характеризуются интенсивной разрывной нарушенностью. Можно выделить четыре интенсивно нарушенные зоны. Три из них простираются с северо-востока на юго-запад. Среди них выделяется ярко выраженная зона в западной части шахтопласта и две зоны в центральной части. Расстояние между серединами центральных зон 700 – 900 м, а до западной зоны от центральной 1500 м. Угол между направлениями простирания Добропольского надвига и этих зон составляет около 20° . Также выделяется зона, простирающаяся с северо-запада на юго-восток, образующая с Добропольским надвигом угол $60 - 70^\circ$. Параллельно этой зоне на расстоянии около 3000 м на север располагается среднеамплитудный Карповский сброс.

Таким образом, пласт l_3 поля шахты Добропольская разделяется зонами разрывов на четырехугольные блоки, сжатые по оси с северо-запада на юго-восток. Все выделенные зоны связаны с крутопадающими многопластовыми разрывами, распространяются практически вертикально вниз и отмечены на пластах l_2^1 и k_8'' . Интенсивность нарушенности каменноугольных отложений малоамплитудными разрывами в наиболее четких зонах достигает значений $2 \cdot 10^{-3}$ и $4 \cdot 10^{-3}$. На остальной части шахтного поля разрывная нарушенность угольных пластов незначительная. Большинство мест проявления суфляров метана на шахтном поле находится в нарушенных зонах. Коэффициент нарушенности угольного пласта изменяется здесь от $1 \cdot 10^{-3}$ до $4 \cdot 10^{-3}$.

Кроме малоамплитудных разрывов, на поле шахты Добропольская выявлены также локальные складчатые структуры. Выявление и оконтуривание локальных складчатых структур осуществлялось методом аппроксимации региональной поверхности залегания пород с помощью полинома первой степени. По отклонениям между рассчитанными и фактическими замерами отметок подошвы угольного пласта строились в изолиниях карты локальных складчатых структур.

На карте угольного пласта l_3 поля шахты Добропольская выделяется крупная пологая антиклиналь в юго-восточной части пласта с превышением более

100 м. Она расположена вблизи Добропольского надвига и простирается в северо-западном направлении перпендикулярно направлению простирания Добропольского надвига. В северной части шахтного поля расположена синклинальная складка. Здесь разница фактических значений гипсометрии с расчетными составляет 40 м. Большинство суфляров метана концентрируется в области локальной антиклинали, примыкающей к Добропольскому надвику.

Количественная оценка интенсивности локальной складчатости осуществлялась при помощи показателя "угол складчатости" (φ), который представляет собой угол отклонения пласта от плоскости в данной точке. Интенсивность локальной складчатости на большей части площади незначительная и не превышает 2 - 3°. Более значительная интенсивность отмечается только на отдельных участках, расположенных: в северной части шахтного поля вдоль Карповского сброса, на участке, совпадающем с расположением локальной антиклинали вблизи Добропольского надвига, а также вблизи юго-западной границы шахты. Интенсивность локальной складчатости достигает здесь 4 - 5° и даже 6 - 7°. Повышение интенсивности здесь связано с появлением дополнительных более резких перегибов в залегании пород. Интенсивность локальной складчатости в местах возникновения суфляров метана в большинстве случаев составляет 2 - 3°.

Поле шахты Белицкая расположено в пределах тектонического блока, ограниченного с трех сторон крупноамплитудными надвигами: на юго-западе - Мерцаловским с амплитудой смещения 65 - 175 м, на северо-западе - Добропольским с амплитудой 30 - 100 м и на юго-востоке - Центральным с амплитудой 200 - 300 м. Тектоника в пределах шахтного поля относительно простая. Среднеамплитудные разрывы полностью отсутствуют. Горными выработками установлено наличие здесь только малоамплитудных разрывов - надвигов и сбросов.

Интенсивность малоамплитудной разрывной нарушенности угленосных отложений на шахтном поле неравномерная. Почти все разрывы концентрируются в пределах определенных участков, которые имеют в плане форму сравнительно узких зон субширотного и субмеридионального простирания. Всего на шахтном поле выделено 6 таких зон. Четыре из них выражены очень четко и протягиваются через все шахтное поле. Две другие зоны имеют прерывистое строение и потому менее четко выражены. Среди нарушенных зон субмеридионального простирания две размещаются в западной и центральной частях шахтного поля и связаны с развитием многопластовых протяженных (более 4000 м) разрывов. Одна зона расположена в восточной части шахтного поля и представлена серией сравнительно коротких (100 - 200, иногда 500 м) разрывов разнообразных типов и ориентировки в пространстве. Расстояние между осями нарушенных зон субмеридионального простирания составляет 1500 м. Среди нарушенных зон субширотного простирания выделяется одна очень четко выраженная зона, которая развита в северной части шахтного поля и связана с наличием многопластового разрыва значительной протяженности (более 2000 м). Две другие зоны этой системы имеют прерывистое строение и развиты в цен-

тральной и южной частях шахтного поля. Расстояние между осями нарушенных зон субширотного простирания составляет около 1500 м. Большинство из нарушенных зон тяготеет к западной половине шахтного поля, что вероятно связано с наличием здесь крупноамплитудного Добропольского надвига, который является естественной границей шахты.

Интенсивность нарушениями каменноугольных отложений малоамплитудными разрывами в наиболее четких зонах достигает значений $2 \cdot 10^{-3}$ и $4 \cdot 10^{-3}$. На остальной части шахтного поля разрывная нарушенность угольных пластов незначительная. Большинство мест проявления суфляров метана на шахтном поле находится в нарушенных зонах, причем максимальная их концентрация наблюдается в западной субмеридиональной нарушенной зоне, расположенной вдоль протяженного многопластового нарушения. Коэффициент нарушения угольного пласта составляет здесь от $1 \cdot 10^{-3}$ до $4 \cdot 10^{-3}$.

Кроме малоамплитудных разрывов, на поле шахты Белицкая присутствуют также локальные складчатые структуры. Среди них наиболее четко выражена антиклинальная складка, которая расположена в северо-западной части шахтного поля, в висячем крыле Добропольского крупноамплитудного надвига. Ее ось вытянута с юго-запада на северо-восток почти параллельно простиранию сместителя Добропольского надвига. Разница в гипсометрии угольного пласта l_3 здесь достигает 100 м. Антиклиналь протягивается через все шахтное поле. Менее выразительная антиклинальная структура проявляется в юго-восточной части площади. Между этими двумя антиклинальными структурами размещается слабо выраженная синклиналиная складка, которая протягивается в субмеридиональном направлении через все шахтное поле. Наибольшая концентрация суфляров метана на пласте l_3 поля шахты Белицкая наблюдается в области наиболее крупной выделенной локальной антиклинальной складки в северо-западной части шахтопласта.

Интенсивность локальной складчатости на большей части шахтного поля не превышает $1 - 2^\circ$. И только в северо-западной части площади, в пределах четкой локальной антиклинали интенсивность складчатости превышает $3 - 4^\circ$, а местами достигает даже $8 - 10^\circ$. Большинство суфляров метана на угольном пласте расположено в местах, где интенсивность локальной складчатости изменяется от 1 до 4° и, в нескольких случаях - до $4 - 5^\circ$.

Таким образом, количество суфляров метана на исследуемых шахтных полях возрастает с увеличением интенсивности локальной складчатости до $2 - 4^\circ$, а затем, при дальнейшем увеличении угла складчатости, число суфляров метана снижается. При малой интенсивности локальной складчатости (от 0 до 2°) еще не создались условия для возникновения в угленосной толще трещиноватой зоны, способной накапливать метан, перешедший в свободное состояние. По мере увеличения интенсивности локальной складчатости от 2 до 4° такие условия создаются. Однако, по мере дальнейшего нарастания интенсивности складчатости (угол складчатости более 4°), трещиноватость угленосной толщи продолжает увеличиваться и локальное скопление метана не образуется, т.к. метан, пе-

решедший в свободное состояние, по многочисленным трещинам мигрирует в вышележащие горные породы.

Рассмотрение зависимости количества суфляров метана от интенсивности малоамплитудной разрывной нарушенности показало, что на шахте Добропольская и для малоамплитудной разрывной нарушенности наблюдается та же закономерность, что и для локальной складчатости. Т.е., когда интенсивность разрывной нарушенности не велика ($K_n < 1 \cdot 10^{-3}$), зоны трещиноватости, где может накапливаться свободный метан, еще не возникают. Оптимальной для возникновения таких зон на шахте Добропольская явилась интенсивность малоамплитудной разрывной нарушенности от $K_n = 1 \cdot 10^{-3}$ до $K_n = 3 \cdot 10^{-3}$, поскольку наибольшее количество суфляров метана сосредоточено здесь. По мере дальнейшего увеличения интенсивности малоамплитудной разрывной нарушенности ($K_n > 3 \cdot 10^{-3}$), количество суфляров метана уменьшается. На шахте Белицкая, оптимальной для образования скоплений метана является интенсивность малоамплитудной разрывной нарушенности от $K_n = 2 \cdot 10^{-3}$ до $K_n = 4 \cdot 10^{-3}$, число суфляров метана также резко снижается по мере увеличения интенсивности разрывной нарушенности ($K_n > 4 \cdot 10^{-3}$). Однако на шахте Белицкая значительное количество суфляров метана наблюдается не только при средних, но и при малых ($K_n < 1 \cdot 10^{-3}$) величинах интенсивности малоамплитудной разрывной нарушенности. Т.е. на этой шахте образование скоплений метана контролируется несколькими факторами.

Сопоставление мест проявления суфляров метана, карт интенсивности малоамплитудной разрывной нарушенности и карт локальных структур угольного пласта l_3 на обеих рассматриваемых шахтах, позволяет заметить, что практически все зарегистрированные суфляры метана (более 90 %), приурочены к зонам интенсивного развития малоамплитудных разрывов угольного пласта. При этом особо большая их концентрация наблюдается в местах пересечения зонами малоамплитудной разрывной нарушенности локальных складчатых структур. И на шахте Добропольская, и на шахте Белицкая суфляры метана сосредоточены в местах пересечения локальных антиклинальных складок зонами интенсивного развития малоамплитудной разрывной нарушенности. Следовательно, на рассмотренных нами шахтных полях именно при сочетании малоамплитудной разрывной нарушенности угольного пласта и локальных складок создаются оптимальные условия для возникновения трещиноватых зон в угленосной толще, благоприятных для накопления и сохранения метана в свободном состоянии. При вскрытии горными работами эти скопления метана проявляются в виде суфляров.

Таким образом, установлено, что практически все исследованные суфлярные выделения метана, произошедшие на полях шахт Добропольская и Белицкая, связаны с тектонической нарушенностью угольных пластов. Места их проявления контролируются зонами малоамплитудной нарушенности угольных пластов. Особенно важным является сочетание зон малоамплитудной разрывной нарушенности пласта и локальных складок, где складываются наиболее благоприятные условия для накопления значительного количества свободного

метана. Количество суфляров метана возрастает с увеличением интенсивности малоамплитудной разрывной нарушенности и локальной складчатости угольного пласта. Оптимальными для образования локального скопления свободного метана в угленосной толще исследуемого района являются: интенсивность малоамплитудной разрывной нарушенности от $K_n = 1 \cdot 10^{-3}$ до $K_n = 4 \cdot 10^{-3}$ и угол локальной складчатости от 2° до 4° . В более интенсивно нарушенных участках угольного пласта ($K_n > 4 \cdot 10^{-3}$ и $\varphi > 4^\circ$) происходит его дегазация. Непосредственной кровлей угольного пласта на участках возникновения суфляров метана являются глинистые породы, служащие экраном.

УДК 622.831.322:622.23.085

Канд. техн. наук В. В. Круковская
(ИГТМ НАН Украины)

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ФИЛЬТРАЦИИ МЕТАНА В ЗАБОЕ ВЫРАБОТКИ, ПРОВОДИМОЙ ПО ВЫБРОСООПАСНОМУ ПЛАСТУ БУРОВЗРЫВНОМ СПОСОБОМ

Виконано чисельне моделювання процесу викиду вугілля та метану у вибої одиночної гірничої виробки, що проводиться буропідричним способом по викидонебезпечному пласту. Проаналізовано зміну розподілів коефіцієнтів проникності поперед вибоєм, значень тиску та швидкості руху газу.

THE ANALYSIS OF METHANE FILTRATION PARAMETERS IN THE MINE FACE AT THE DRIVE WORKING BY BLAST-HOLE DRILLING ON THE SEAM DANGEROUS ON COAL AND GAS OUTBURSTS

Numerical modeling of process of coal and methane outburst in a working face of single opening, what is driving by drill and fire system on the seam dangerous on coal and gas outbursts, is executed. Change of distribution of permeability coefficient ahead of a face, pressure values and speed of gas motion is analysed.

Взрывные работы (технологические и особенно сотрясательное взрывание) зачастую являются причиной выбросов угля и газа и единственной причиной выбросов породы и газа [1]. Статистика выбросов, произошедших в результате ведения взрывных работ, в различных угледобывающих странах мира представлена в табл. 1.

Таблица 1 – Количество выбросов, произошедших в результате ведения взрывных работ

№	Страна	Количество выбросов, %
1	Франция	65-95
2	Германия	более 65
3	Великобритания	более 60
4	Канада	90-93
5	Китай	около 70
6	Польша	70