

РОЗРОБКА РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН

УДК 6221.411.33

В.И. Бондаренко¹, д-р техн. наук, проф.,
Е.Н. Харин²,
Н.И. Антощенко², д-р техн. наук, проф.,
Р.Л. Гасюк²

1 – Государственное высшее учебное заведение „Национальный горный университет“, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: v_domna@yahoo.com

2 – Донбасский государственный технический университет, г. Алчевск, Украина, e-mail: gplusr@outlook.com

ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОГНОЗА ДИНАМИКИ МЕТАНОВЫДЕЛЕНИЯ ПРИ ОТРАБОТКЕ ГАЗОНОСНЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

V.I. Bondarenko¹, Dr. Sci. (Tech.), Professor,
E.M. Kharin²,
M.I. Antoshchenko², Dr. Sci. (Tech.), Professor,
R.L. Gasyuk²

1 – State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: v_domna@yahoo.com

2 – Donbass State Technical University, Alchevsk, Lugansk oblast, Ukraine, e-mail: gplusr@outlook.com

BASIC SCIENTIFIC POSITIONS OF FORECAST OF THE DYNAMICS OF METHANE RELEASE WHEN MINING THE GAS BEARING COAL SEAMS

Цель. Разработка научно-обоснованных положений методики прогноза газовыделения при эксплуатации выемочного участка и после остановки очистного забоя угольных шахт Донецкого бассейна.

Методы. Наблюдение в шахтных условиях за изменением метановыделения в выработки и дегазационные скважины на стадиях развития очистных работ, стабильной эксплуатации выемочных участков, снижения добычи угля перед остановкой забоя и после полного прекращения очистных работ. Анализ имеющихся литературных данных и нормативных документов, обобщение результатов теоретических и экспериментальных исследований процессов развития очистных работ, сдвижения подработанных пород и десорбции газа из угля.

Результаты. Рассмотрены факторы, определяющие уровень и длительность газовыделения при эксплуатации выемочного участка, и изменения их влияния на метановыделение из источников, которые формируют газовый баланс выемочного участка после остановки очистного забоя. Установлены параметры положения очистного забоя по отношению к разрезной печи при достижении максимального газовыделения и определены сдвижения пород в горном массиве.

Научная новизна. Впервые разработаны общие научно-обоснованные положения методики прогноза динамики газовыделения из подработанного массива при эксплуатации выемочного участка и после его остановки с учетом процессов сдвижения горных пород при отработке лав и после, а также десорбции газа метана из отбитого и измельченного угля горным комбайном. Установлены закономерности газовыделения после нарушения природного равновесного состояния двухфазной системы „газ – уголь“. Установлено, что чем выше скорость подвигания очистного забоя, тем интенсивнее процесс сдвижения подработанных пород и, как следствие – короче время до начала газовыделения.

Практическая значимость. Даны практические рекомендации последовательности отработки лав. Разработана научно-обоснованная методика прогноза динамики газовыделения из подработанного массива при эксплуатации выемочного участка и после его остановки.

Ключевые слова: прогноз, газовыделение, десорбция, посадка основной кровли, выемочный участок, углы сдвижения, зоны газовыделения

Анализ последних исследований. В настоящее время при отработке газоносных угольных пластов нормативными документами предусматривается оп-

ределение среднего метановыделения, которое соответствует только конкретному уровню планируемой добычи угля. Такой подход не дает возможности прогнозировать колебания метановыделения, определяющие, в значительной степени, безопасность ве-

дения горных работ. Это объясняется тем, что динамика метановыделения кроме добычи угля зависит и от ряда других влияющих факторов. К ним относятся: развитие очистных работ, процессы сдвижения подрабатываемых пород и десорбция газа из источников во времени. Степень влияния указанных факторов существенно изменяется на протяжении всего периода эксплуатации выемочного участка и после его остановки, что также невозможно учесть, рассматривая только среднее газовыделение.

Например, на период демонтажа оборудования из очистного забоя уровень газовыделения в пределах остановленного выемочного участка принимается 50% от метановыделения при эксплуатации действующего выемочного участка. Предполагается, что после демонтажа оборудования газовыделение полностью прекращается, и оно не принимается к учету при определении газового баланса угольных шахт. Такой упрощенный подход к прогнозу для всего многообразия горнотехнических и горно-геологических условий Донбасса не учитывает факторы, определяющие уровень газовыделения как в период эксплуатации выемочного участка, так и изменение их влияния после прекращения очистных работ.

Выделение нерешенных ранее частей проблемы. Практика ведения горных работ показывает, что остаются нерешенными ряд вопросов, связанных с обоснованием длительности проветривания горных выработок и дегазации источников метановыделения после остановки очистных забоев. Нормативными документами не предусматривается также возможное увеличение газовыделения под воздействием активизации сдвижения пород при отработке смежных лав или ведении горных работ на сближенных пластах. Такая ситуация свидетельствует о трудностях, возникающих при разработке мероприятий по обеспечению безопасных условий в горных выработках по газовому фактору, и указывает на актуальность рассматриваемого вопроса.

Постановка проблемы и ее связь с важными научными и практическими задачами. Идея состоит в рассмотрении факторов, определявших уровень и длительность газовыделения при эксплуатации выемочного участка и изменения их влияния на метановыделение из источников, которые формируют газовый баланс выемочного участка.

Целью настоящей работы является разработка общих научно-обоснованных положений методики прогноза динамики газовыделения при эксплуатации выемочного участка и после остановки очистного забоя. Методикой исследования предусматривалось наблюдение в шахтных условиях за изменением метановыделения в выработки и дегазационные скважины на стадиях развития очистных работ, стабильной эксплуатации выемочных участков, снижения добычи угля перед остановкой забоя и после полного прекращения очистных работ. Характерные изменения кривой динамики газовыделения увязывались с положением очистного забоя по отношению к разрезной печи, параметрами сдвижения подрабатываемых

пород, расположением сближенных пластов по отношению к разрабатываемому, процессами десорбции газа из источников во времени. Экспериментальная часть наблюдений проведена при отработке газоносного антрацитового пласта l_2^6 шахтой „Им. газеты Известия“ ГП „Донбассантрацит“ в засбросовом крыле шахтного поля. Дополнительно использовали известные сведения о динамике газовыделения при отработке пласта m_3 шахтой „Им. А.Ф. Засядько“ на всех стадиях эксплуатации выемочного участка 16-й восточной лавы [1].

Изложение основного материала. Для достижения поставленной цели использовали современные представления о динамике газовыделения из имеющих источников на выемочных участках. Источниками метановыделения при отработке газоносных угольных пластов являются отбитый уголь, обнаженная поверхность разрабатываемого пласта, под- и надрабатываемые сближенные угольные пласты и вмещающие породы.

Газовыделение начинает проявляться как только угольный пласт попадает в зону влияния горных работ, нарушается равновесие системы „газ – уголь (порода)“ и создаются условия, способствующие десорбции газа из угля (породы). В общем случае, независимо от источника, изменение газовыделения во времени после нарушения равновесного состояния (отбойка угля, подработка или надработка угольных пластов и пород и т. д.) можно представить в виде кривой (рис. 1).

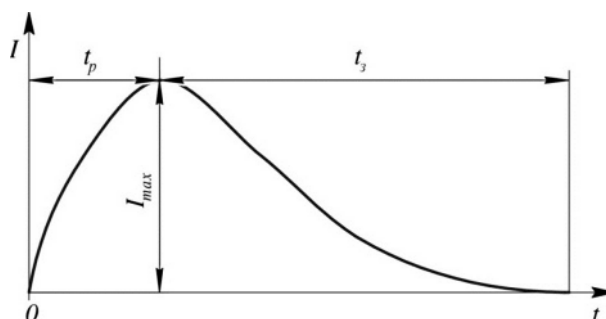


Рис. 1. Характерная кривая газовыделения (I) во времени (t) после нарушения природного равновесного состояния системы „газ – уголь (порода)“: t_p – время роста газовыделения из источника; t_3 – время затухания газовыделения; I_{max} – максимальное газовыделение

Эта кривая состоит из двух частей. После воздействия на равновесие системы „газ – уголь“ вначале, в течение времени (t_p), наблюдается рост газовыделения до некоторой величины (I_{max}), а затем, при отсутствии активного воздействия на равновесие системы, – отмечается затухание интенсивности газовыделения во времени (t_3). Увеличение газовыделе-

ния вызвано интенсивностью воздействия и объемами угля (породы), которые подвергаются нарушению их природного состояния. Снижение газовой выделенности характеризуется процессами десорбции метана из нарушенных объемов угля и породы.

Длительность первого периода (t_p) зависит от характера и масштабов воздействия на источник газовой выделенности. При производстве очистных работ источниками газовой выделенности являются отбитый уголь и обнаженная поверхность пласта. Продолжительность роста газовой выделенности в этом случае определяется применяемой технологией. При отбойке угля буровзрывным способом t_p составляет менее одной минуты, а при комбайновой выемке достижение максимума газовой выделенности происходит через несколько десятков минут.

При эксплуатации выемочного участка основными источниками газовой выделенности, как правило, являются подработанные сближенные пласты и вмещающие их породы. Доля метановой выделенности из этих источников в газовом балансе выемочного участка может достигать 80–90%. Стадия роста газовой выделенности из подработанных пластов и пород при удалении очистного забоя от разрезной печи, в зависимости от скорости продвижения очистного забоя, может продолжаться несколько месяцев [1, 2].

Из опыта ведения горных работ известно, что всегда соблюдается соотношение $t_p \leq t_z$. Это объясняется тем, что время активного воздействия на источник газовой выделенности при нарушении равновесного состояния системы „газ – уголь (порода)“ всегда меньше периода десорбции метана после нарушения этого равновесия. Для создания безопасных условий ведения горных работ большое значение имеет знание этого соотношения для каждого источника газовой выделенности.

Отбитый уголь является наиболее нарушенной частью системы „газ – уголь“, с которой полностью снято давление пород. При прочих равных условиях, главными определяющими факторами метановой выделенности из угля является его газоносность в зоне выемки, фракционный состав и время, прошедшее с момента отбойки угля. Выход угля по фракциям на основании ситового анализа известен для каждого типа выемочных машин. Наиболее интенсивно газовой выделенности происходит в начальный момент отбойки угля, т. е. непосредственно в призабойном пространстве лавы. По истечении 10–15 минут большая часть метана выделяется из угля, а дальнейшая его дегазация не приводит к заметному увеличению метановой выделенности в выработке. Обычно уголь после его отбойки находится в призабойном пространстве около 10 минут, а в пределах выемочного участка 30–60 минут. Количество метана, выделившегося из угля во время его нахождения в призабойном пространстве, составляет не менее 70% от первоначального содержания в массиве перед отбойкой. Удельный дебит газа через поверхность обнажения пласта в лаве значительно выше удельного газовой выделенности из отбитого угля. Уменьшение интенсивности газовой выделенности из отбитого угля примерно в

15–20 раз происходит быстрее, чем через плоскость обнажения пласта. Доля газовой выделенности из отбитого угля в рабочее пространство лавы оценивается в 15–30%. Основное же газовой выделенности в рабочее пространство лавы происходит через обнаженную поверхность пласта. Состояние системы „газ – уголь“ вблизи этой поверхности и на некотором расстоянии вглубь массива несколько отличается от природного. Это отличие заключается, в первую очередь, в изменении параметров, характеризующих эту систему. К главным из них относятся газоносность и давление газа. С увеличением промежутка времени после нарушения равновесного состояния системы „газ – уголь“ газоносность на кромке забоя уменьшается, и процесс снижения метановой выделенности распространяется вглубь массива. В шахтных условиях обнаженная поверхность угольного пласта может оказывать влияние на равновесие системы „газ – уголь“ до глубины 5–70 м. Снижение газовой выделенности с обнаженной поверхности угольных пластов до значений, практически не влияющих на безопасность работ, продолжается на протяжении двух – трех месяцев.

В большинстве случаев доля суммарного метановой выделенности из отбитого угля и обнаженной поверхности пласта составляет 10–30% от общего газовой выделенности при эксплуатации выемочного участка. После остановки очистного забоя наблюдается непрерывное снижение метановой выделенности с обнаженной поверхности, а газовой выделенности из отбитого угля, по причине его отсутствия, не происходит. Вследствие этого нет необходимости прогноза газовой выделенности из рассматриваемых источников после прекращения очистных работ на выемочном участке.

Газовой выделенности из выработанных пространств (подработанных пластов и пород) остановленных выемочных участков может длиться десятки лет. Если очистные работы ведутся в смежных лавах, то метановой выделенности происходит более продолжительное время, что связано с активизацией сдвижения пород при отработке нескольких лав в шахтном поле. Повторное сдвижение пород может происходить до тех пор, пока ведутся очистные работы в смежных лавах или отрабатываются сближенные пласты в одном крыле шахтного поля.

Газовой выделенности из подработываемых угольных пластов и вмещающих пород связано с процессами сдвижения и уплотнения после их подработки под влиянием горного давления. Важнейшей особенностью распределения давления подработанных пород является его неравномерность. На почве пласта в выработанном пространстве формируются локальные участки, где концентрация давления может достигать значений концентрации в опорных зонах. В результате этого распределение давления приобретает характерный пикообразный вид – чередование участков повышенной концентрации давления с участками малых концентраций. Интервал пиковых точек эпюры изменения давления соответствует, в основном, величине шага обрушения основной кровли, а положение

ние пиковых точек совпадает с положением протяженных трещин в кровле или незначительно отстает от него.

Учитывая циклический характер проявления горного давления в выработанном пространстве и эксперимен-

тальные данные о газовыделении на протяжении всего периода эксплуатации выемочных участков, аналогичные приведенным в работе [1], кривую динамики метановыделения из подрабатываемых угольных пластов и пород представили графиком (рис. 2).

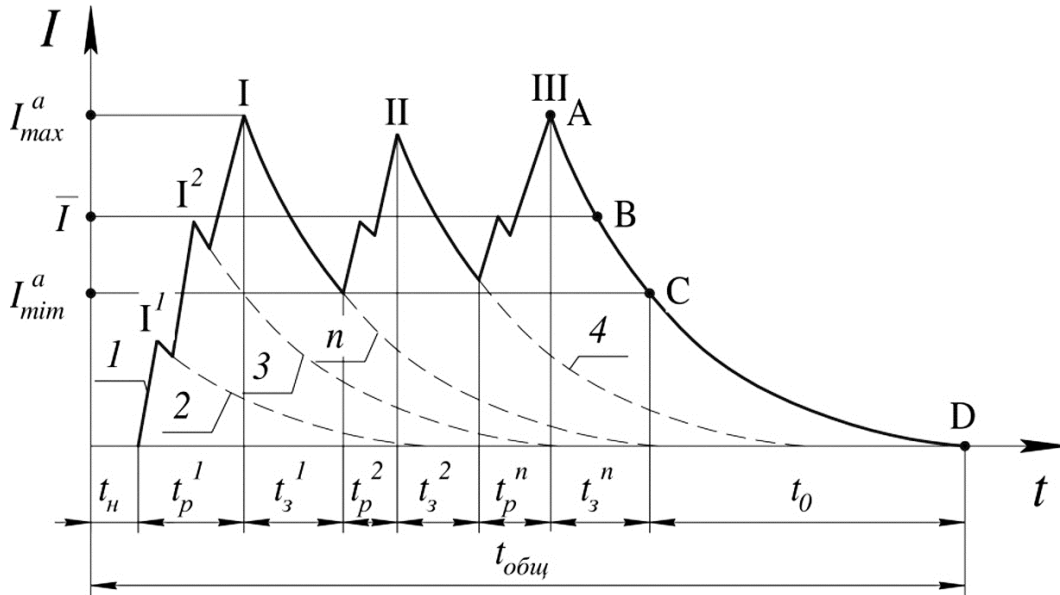


Рис. 2. Схема изменения динамики газовой выработки (I) из подработанных угольных пластов и пород во времени (t) при отработке выемочного участка: 1 – кривая динамики газовой выработки из подрабатываемых пластов и пород; 2, 3... n – кривые десорбции метана из источников, последовательно попадающих в зону разгрузки (дегазации) при удалении очистного забоя от разрезной печи и первичной осадки основной кровли; 4 – кривая десорбции при последующих осадках основной кровли; I, II, III – положение абсолютных максимумов газовой выработки, соответственно, при первичной и последующих осадках основной кровли; I_{max}^a – абсолютный максимум газовой выработки при первичной осадке основной кровли; I_{min}^a – абсолютный минимум газовой выработки при задержке последующих осадков основной кровли; \bar{I} – среднее газовой выделение после первичной и последующих осадков основной кровли; I^1, I^2 – положение локальных максимумов метановыделения из источников (угольных пластов и газоносных пород), последовательно попадающих в зону дегазации при удалении очистного забоя от разрезной печи; t_n – период времени между началом очистных работ и метановыделением из наиболее близкорасположенного источника; t_p^1, t_p^2, t_p^n – периоды роста газовой выработки до достижения абсолютных максимумов, соответственно, при первичной и последующих осадках основной кровли; t_3^1, t_3^2, t_3^n – время затухания метановыделения между абсолютными максимумами и последующими периодами роста газовой выработки; t_0 – период десорбции метана из источников после достижения последнего абсолютного максимума газовой выработки и остановки очистного забоя; $t_{общ}$ – общая длительность газовой выработки при эксплуатации выемочного участка

Для конкретных горно-геологических условий период времени (t_n) между началом очистных работ и газовой выделением, кроме расположения сближенных угольных пластов и газоносных породных слоев по отношению к разрабатываемому пласту, определяется длиной лавы (L_l), скоростью подвигания очистного забоя ($V_{оч}$) и прочностными свойствами массива (f). Чем выше скорость подвигания очистного забоя, тем интенсивнее происходит процесс сдвигания подрабо-

ванных пород, а, вследствие этого, следует ожидать сокращения времени t_n и расстояния (L_n), при котором начинается газовой выделение из подработанных пластов и пород. Параметры $V_{оч}, f, L_l, L_n, t_n$ характеризуют начальный период процессов сдвигания подработанных пород, при котором появляется возможность десорбции метана из наиболее близкорасположенного в кровле источника. Значения t_n и L_n являются функцией, зависящей от $L_l, V_{оч}, f$.

В шахтных условиях значение t_n можно определить по увеличению газовыделения в горные выработки или по процессу начала метановыделения в скважины, пробуренные над разрезной выработкой. Расстояние L_n определяется непосредственным его измерением при удалении очистного забоя от разрезной печи.

Увеличение газовыделения в период времени t_n^1 свидетельствует о том, что в зону нарушения исходного природного состояния подработанных угольных пластов и пород вовлекаются новые их объемы. Процессы сдвижения пород в этот период распространяются как в сторону земной поверхности, так и в направлении подвигания очистного забоя.

Достижение первого (I) абсолютного максимума газовыделения (I_{max}^a) свидетельствуют о том, что при развитии очистных работ в сферу их влияния попали максимальные объемы угольных пластов и газоносных слоев породы. Начало же снижения метановыделения указывает на то, что под влиянием движущегося очистного забоя в зону газовыделения, некоторый период времени, не вовлекаются дополнительные объемы угля сближенных пластов и слои газоносных пород.

Зная отход очистного забоя от разрезной печи (L_{max}^a), при котором достигается первый абсолютный максимум газовыделения (I), и рекомендуемые нормативными документами углы полных сдвижений (ψ), можно рассчитать предельное расстояние от разрабатываемого пласта (H_p), определяющее размер зоны дегазации в подработанном массиве в направлении к земной поверхности.

Уровень газовыделения на всех стадиях развития очистных работ и процессов сдвижения подработанных пород для одних горно-геологических и горно-технических условий зависит от скорости подвигания очистного забоя (V_{oc}). Чем больше V_{oc} , тем выше абсолютное газовыделение, в том числе и максимальное. Расстояние L_{max}^a практически не зависит от V_{oc} , а определяется, в основном, размерами очистной выработки (выработанного пространства) [2].

Снижение газовыделения после достижения первого абсолютного максимума свидетельствует о том, что подвигание очистного забоя на протяжении некоторого периода времени (t_3^1) не приводит к появлению новых объемов угля сближенных пластов и газоносных слоев пород в зоне возможной их дегазации. Этот период снижения метановыделения характеризуется только процессами десорбции, вызванными сдвижением пород при развитии очистных работ на предыдущей стадии. Дальнейшее подвигание очистного забоя приводит к появлению дополнительных объемов угля сближенных пластов и газоносных пород, попадающих в зону газовыделения из указанных источников. За счет незаконченных процессов десорбции газа

из угля и пород, разгруженных от горного давления в предыдущие периоды их подработки, и вовлечения в период времени t_p^2 дополнительных объемов угля и пород в зону метановыделения, происходит рост их суммарного газовыделения и достижения второго (II) абсолютного максимума газовыделения.

Дальнейшее изменение газового баланса связано, в основном, только с процессами сдвижения подработанных пород, обусловленных подвиганием очистного забоя. Формирование динамики газовыделения на этой стадии развития очистных работ несколько отличается от начальных периодов (t_p^1 , t_p^2 , t_3^1) эксплуатации выемочного участка, связанных с процессами сдвижения пород при удалении очистного забоя от разрезной печи. К моменту достижения второго абсолютного максимума (II), десорбция метана из объемов угля сближенных пластов и пород, определявших формирование первого максимума газовыделения, существенно снижается. В большей степени это обусловлено не истощением источников газовыделения, а закрытием каналов (трещин) в подработанном массиве под собственным весом пород. По абсолютной величине второй максимум газовыделения, как правило, несколько меньше первого. Это вызвано уменьшением объемов угля и породы, попадающих в зону газоотдачи непосредственно над движущимся очистным забоем (рис. 3).

В практике встречаются случаи превышения последующими максимумами газовыделения первого, вызванного первичной осадкой основной кровли. Наиболее часто это связано с изменением интенсивности добычи угля, когда скорость подвигания очистного забоя, при достижении последующих максимумов газовыделения, существенно (возможно в несколько раз) превышает ее значение при формировании первого максимума газовыделения. Такие отличия также могут быть вызваны увеличением газоносности сближенных угольных пластов и вмещающих пород.

Подвигание очистного забоя в промежутке времени между достижением очередного абсолютного максимума газовыделения и его снижением до начала нового роста метановыделения характеризует склонность пород к их зависанию над движущимся очистным забоем. Это явление приводит к задержке попадания новых объемов подработанных источников (угля и пород) в зону, в которой имеются условия для десорбции газа. После необходимой степени разгрузки от горного давления указанных объемов угля и породы начинается процесс метановыделения из них, что приводит к росту общего газовыделения и достижению очередного максимума газовыделения. Склонность подрабатываемых пород к зависанию и интенсивность ведения очистных работ определяют неравномерность газовыделения из подработанного массива. В совокупности эти два фактора в конкретных горно-геологических условиях определяют значения I_{max}^a , I_{min}^a и \bar{I} (рис. 3).

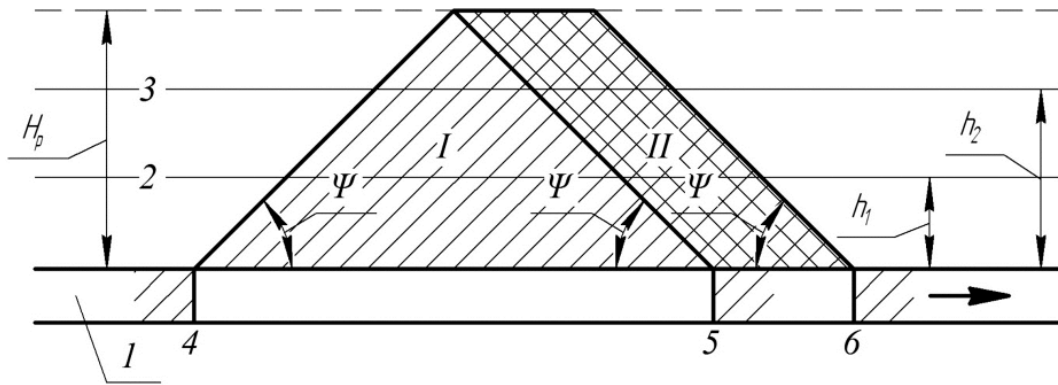


Рис. 3. Схема образования зон газовыделения из подработанного массива при удалении очистного забоя от разрезной печи: I – область газовыделения при отходе очистного забоя от разрезной выработки на расстояние L'_m и достижении первого максимума газовыделения; II – зона возможного газовыделения, обусловленная продвижением очистного забоя после осадки основной кровли; 1 – разрабатываемый пласт; 2, 3 – сближенные подрабатываемые пласты; 4 – неподвижная стенка разрезной печи; 5 – положение очистного забоя при достижении первого абсолютного максимума газовыделения; 6 – положение очистного забоя при достижении очередного максимума газовыделения после последующей осадки основной кровли; h_1 , h_2 – расстояние от разрабатываемого пласта, соответственно, до сближенных пластов 2 и 3; ψ – углы разгрузки (полных сдвижений); H_p – предельное расстояние от разрабатываемого пласта, на котором происходит газовыделение из подработанного массива; \rightarrow – направление продвижения очистного забоя

Среднее газовыделение из подработанных угольных пластов и пород \bar{I} характерно для стадии стабильной работы выемочного участка после осадки основной кровли. Его значение служит одним из исходных параметров для прогноза газовыделения после остановки очистного забоя. В общем случае, прекращение очистных работ может произойти на любой стадии протекания процесса газовыделения после достижения очередного максимума газовыделения. В зависимости от этого события изменяется и начальное газовыделение из подработанных источников непосредственно после остановки очистного забоя. Если полная отработка и остановка выемочного участка совпала с достижением очередного максимума газовыделения (III) в точке A (рис. 2), то и начальное газовыделение после прекращения очистных работ будет равно этому максимуму. В общем случае, остановка очистного забоя может произойти при любом уровне газовыделения, обусловленном развитием очистных работ, процессами сдвижения подработанных пород и десорбции газа из источников. Если перед остановкой очистного забоя режим добычи угля не изменялся и соответствовал обычной работе выемочного участка, то газовыделение после прекращения работ будет находиться между точками A и C на кривой динамики газовыделения I. Положение точки B определяет среднее газовыделение \bar{I} для рассматриваемого режима работы выемочного участка, который характеризуется добычей угля ($A_{оч}$) и (или) скоростью продвижения очистного забоя ($V_{оч}$). Дальнейшее снижение газовыделения происходит согласно кривой десорбции с характерными точками C и D. Точка C соответствует минимальному абсолютному газовыделению

при штатном режиме эксплуатации выемочного участка, а точка D определяет время полного прекращения газовыделения.

Выводы и перспективы дальнейшего развития. Проведенный анализ имеющихся литературных данных и нормативных документов, обобщение результатов теоретических и экспериментальных исследований процессов развития очистных работ, сдвижения подработанных пород и десорбции газа из угля и пород позволили разработать общие научно-обоснованные положения методики прогноза динамики газовыделения из подработанного массива при эксплуатации выемочного участка и после его остановки. Эти положения сводятся к следующему:

- по своим количественным и качественным характеристикам, а также влияющим факторам динамика газовыделения из подрабатываемых пород и угольных пластов существенно отличается от динамики газовыделения из отбитого угля и обнаженной поверхности пласта;
- развитие очистных работ на выемочном участке характеризуется несколькими стадиями динамики газовыделения, которое определяется процессами сдвижения пород и десорбции газа из источников;
- начало газовыделения вызвано процессами сдвижения пород, которые распространились до наиболее близкорасположенного источника от разрабатываемого пласта при отходе очистного забоя от разрезной печи;
- последующие всплески газовыделения и его снижение связаны с дальнейшим распространением процессов сдвижения пород в сторону земной поверхности. Положение очистного забоя по отношению к разрезной печи при достижении абсолютного максимума газовыделения

деления и углы разгрузки определяют предельное расстояние от разрабатываемого пласта, на котором происходит газовыделение в горные выработки;

- после осадки основной кровли и достижения абсолютного максимума газовыделения его колебания связаны с последующими особенностями осадки основной кровли и скоростью подвигания очистного забоя;

- начальный уровень газовыделения после останова очистного забоя зависит от режима эксплуатации выемочного участка перед прекращением работ по добыче. Интенсивность снижения газовыделения, его длительность и полное прекращение связаны с процессами десорбции газа из источников и уплотнением подработанных пород в зоне влияния остановленного очистного забоя.

Список літератури / References

1. Бокий Б.В. Перспектива извлечения метана из техногенных скоплений / Б.В. Бокий, О.И. Касимов // Уголь Украины. – 2005. – № 5. – С. 17–21.

Bokiy, B.V. and Kasimov, O.I. (2005), "Prospects of methane recovering from technogenic accumulations", *Coal of Ukraine*, no. 5, pp. 17–21.

2. Антощенко Н.И. Физико-математическая модель динамики метановыделения из подрабатываемых угольных пластов / Н.И. Антощенко, С.И. Кулакова // Горный журнал. – 2012. – № 8. – С. 89–93.

Antoshchenko, N.I. and Kulakova, S.I. (2012), "Physical-mathematical model of the dynamics of methane emission from undermined coal seams", *Mining Journal*, no. 8, pp. 89–93.

Мета. Розробка науково-обґрунтованих положень методики прогнозу газовиділення при експлуатації виїмкової ділянки та після зупинки очисного вибою вугільних шахт Донецького басейну.

Методи. Спостереження в шахтних умовах за зміною метановиділення у виробки та дегазаційні свердловини на стадіях розвитку очисних робіт, стабільної експлуатації виїмкових ділянок, зниження видобутку вугілля перед зупинкою забою й після повного припинення очисних робіт. Аналіз наявних літературних даних і нормативних документів, узагальнення результатів теоретичних і експериментальних досліджень процесів розвитку очисних робіт, зсування підроблених порід і десорбції газу з вугілля.

Результати. Розглянуті фактори, що визначають рівень та тривалість газовиділення при експлуатації виїмкової ділянки, та зміни їх впливу на метановиділення із джерел, що формують газовий баланс виїмкової ділянки після зупинки очисного вибою. Встановлені параметри положення очисного вибою по відношенню до розрізної печі при досягненні максимального газовиділення й визначені зрушення порід у гірському масиві.

Наукова новизна. Уперше розроблені загальні науково-обґрунтовані положення методики прогнозу динаміки газовиділення з підробленого масиву при експлуатації виїмкової ділянки й після його зупинки з урахуванням процесів зрушення гірських порід при ві-

дпрацюванні лав і після, а також десорбції газу метану з відбитого й подрібненого вугілля гірничим комбайном. Встановлені закономірності газовиділення після порушення природної рівноваги стану двофазної системи „газ – вугілля“. Встановлено, що чим вище швидкість посування очисного вибою, тим інтенсивніше процес зрушення підроблених порід, і, як наслідок цього, зменшується час до початку газовиділення.

Практична значимість. Представлені практичні рекомендації послідовності відпрацювання лав. Розроблена науково-обґрунтована методика прогнозу динаміки газовиділення з підробленого масиву при експлуатації виїмкової ділянки й після його зупинки.

Ключові слова: прогноз, газовиділення, десорбція, посадка основної покрівлі, виїмкова ділянка, кути зрушень, зони газовиділення

Purpose. To develop general scientifically-substantiated points of the forecasting technique for gas emission prediction during exploitation of an extraction area and after its isolation in coal mines of Donetsk basin.

Methodology. Monitoring of methane emission into mine workings and degassing wells during stoping development, stable exploitation of stoping areas, coal extraction decrease before breakage face stop and after full stop of stoping works. Analysis of available literature data and normative documents, generalization of the results of theoretical and experimental research of stoping works development, displacement of undermined rocks and desorption of gas from coal.

Findings. We have considered the factors determining the level and duration of gas emission from sources that form an extraction area gas balance after closing-up of a stoping. The parameters of location of the breakage face towards the face entry allowing us to achieve the maximal gas emission and have been determined and rock collapses in rock massif have been localized.

Scientific novelty: For the first time we have developed the common scientifically-based points of forecasting technique for gas dynamics prediction in undermined massif during stoping area exploitation and after its isolation taking into account the mine rock movements appearing during the longwall development and desorption of gas from coal broken and crushed by shearer. We have found out the regularities of gas emission after disturbance of natural balance of two-phase system "gas-coal" condition. The faster is the longwall advance the more intense are collapse process in of undermined rocks and as a result the faster the gas emission starts.

Practical value. The practical recommendations of sequence of mining the longwall are presented. Scientifically-substantiated points of the forecasting technique for prediction of gas emission from undermined massif during exploitation of an extraction area and after its isolation.

Keywords: forecast, gas emission, desorption, roof caving, excavation area, caving angle, gas emission zone

Рекомендовано до публікації докт. техн. наук І.А. Ковалевською. Дата надходження рукопису 13.02.13.