

Б.А. Грядущий, А.Ф. Булат,
В.В. Лукинов, Н.А. Алиев
(ИГМ им. Федорова,
ИГТМ НАН Украины)

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕГАЗАЦИИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Розглянуті шляхи підвищення ефективності дегазації вугільно-породних масивів. Запропоновано технологію буріння криволінійних свердловин, застосування додаткових засобів, які розташовуються між свердловинами та дегазаційними трубопроводами, для відкачки газу, накопичення і обезводнювання метаноповітряної суміші, що сприяє підвищенню її якості.

WAYS OF INCREASE OF DEGASSING EFFICIENCY BY DEVELOPMENT OF COAL LAYERS

The ways of increase of degassing efficiency of coal and rocs massifs are considered. The technology of drilling degassing wells and application of additional means is offered which settle down between wells and by degassing pipelines, for pump out of gas and dehydrate of a methane air mix, that promotes increase of its quality.

В топливно–энергетическом комплексе Украины ввиду доминирующего положения угля, как основного вида топлива, поиск альтернативных решений энергоносителей в той или иной мере стыкуется или пересекается с угледобычей. Одним из подтверждений этого является проблема дегазации и разработка систем интенсификации и использования на промышленной основе полученного при угледобыче газа.

Дегазация газоносных горизонтов угольных пластов и выработанных пространств газообильных шахт в настоящее время является важным технологическим процессом, способствующим обеспечению высокой нагрузки на лаву, снижению себестоимости добычи угля, повышению безопасности и улучшения условий угледобычи. Немаловажным фактором организации систем интенсивной дегазации угольных пластов является и морально-этический – угледобыча напрямую связана с человеческим фактором. Некачественная дегазация и высокое содержание газа в рудничной атмосфере налагают особую ответственность на руководящий персонал шахты, имеет негативные социальные, технологические, экономические и экологические аспекты. Выделение метана и большие выбросы метано-воздушных смесей в проветриваемых и непроветриваемых выработках повышают опасность скоплений метана и вероятность его взрыва, что, как следствие, приводит к групповому травмированию, гибели людей, разрушению крепи и т. д. [1].

Особенное значение приобретает дегазация угольных пластов в связи с быстрым ростом интенсивности отработки угольных месторождений, обусловленным резким повышением скоростей подвигания подготовительных и очистных забоев, приводящим в свою очередь к увеличению глубины разработки, а, следовательно, и к росту метанообильности шахт.

Рост абсолютного ($\text{м}^3/\text{с}$), относительного ($\text{м}^3/\text{т}$ суточной добычи) и удельного ($\text{м}^3/\text{м}^2$ обнажений пласта) метановыделения обуславливает ограничение скоростей подвигания проходческих и очистных забоев по фактору «проветривание–метан». Это в свою очередь увеличивает сроки подготовки выемочных участков, сокращает объемы добычи угля, что в конечном счете приводит к росту эксплуатационных отчислений и к ухудшению использования капитальных вложений [1].

Процесс дегазации угольных месторождений при их разработке может быть организован посредством бурения дегазационных скважин с поверхности или непосредственно в горных выработках, тем или иным методом – бурением радиальных скважин, системой дегазационных штреков (способом блидер), бурением параллельных скважин и сочленением их с газоотводящим трубопроводом и т.д. [2].

Каждый из способов имеет свои преимущества и недостатки, рассмотрение которых позволяет определить возможные условия их применения для каптирования газа и интенсификации дегазации.

Дегазация с поверхности посредством бурения вертикальных скважин объясняется некоторыми достоинствами данного способа [3]:

- бурение скважин с поверхности не зависит от состояния горных выработок и не мешает производственным процессам;

- использование мощных буровых станков повышает производительность буровых работ; дебит метана, извлекаемого скважиной, пробуренной с поверхности, в 2-3 раза больше, чем пробуренной из горной выработки;

- отдельные скважины работают больше года; газ из скважин идет под давлением, высокой концентрации и иногда дегазация осуществляется без применения вакуум-насосов.

Наряду с этим дегазация шахт скважинами, пробуренными с поверхности, имеет существенные недостатки: большие затраты на бурение и оборудование скважин; невозможность соблюдения рекомендаций по расположению скважин относительно горных выработок и друг друга в связи с занятостью поверхности земли с/х угодьями и различными строениями;

- удаленность скважин от промышленных площадок шахт, где расположены котельные и другие возможные потребители газа, что усложняет и удорожает его утилизацию, а также затрудняет обеспечение вакуум-насосных установок водой, электроэнергией и связью;

- низкая надежность дегазации, т.к. максимальный эффект обеспечивается скважиной, ближайшей к очистному забою;

- в случае ее разрушения эффективность дегазации резко снижается, т.к. следующая скважина расположена дальше от забоя на 1000-300 м; в зимнее время дегазация часто прекращается из-за замерзания конденсата в газопроводах.

При столбовых системах разработки и бесцеликовой выемке угольных пластов практически весь метан, выделяющийся в выработанное пространство, поступает в погашаемую часть вентиляционной выработки, создавая опасные

скопления вблизи сопряжения ее с рабочим пространством лавы, даже при нормальном содержании метана в исходящей струе [4].

Для ликвидации опасных скоплений применяют две схемы изолированного отвода метана из выработанного пространства: откачка газа со стороны рабочего пространства лавы или со стороны разрезной печи по неподдерживаемой части вентиляционной выработки.

Первая схема обеспечивает высокий эффект, но имеет недостатки, ограничивающие возможность ее широкого применения. К ним относятся:

- необходимость прокладки в выработках жесткого трубопровода диаметром 0,5-0,8 м;

- выпуск отсасываемого газа в горные выработки с исходящей струей;

- ограниченная длина газоотводящего трубопровода.

Вторая схема применяется очень редко, так как наряду с вышеназванными недостатками имеет еще один: эффективность дегазации быстро уменьшается по мере отхода лавы от разрезной печи (при отходе лавы более чем на 400 м эффективность дегазации, как правило, менее 50 % [5]).

Недостатки изолированного отвода метана из выработанных пространств с помощью газоотсасывающих вентиляторов удалось устранить, применив в качестве источников тяги высокопроизводительные вакуум-насосы. Большое разрежение, которое они создают, позволяет использовать трубопроводы меньшего диаметра, отводить газ по неподдерживаемым выработкам и трубопроводам большой протяженности на поверхность. Однако вакуум-насосы имеют ограниченную производительность, поэтому достаточно высокий эффект они могут обеспечить только в условиях большого метановыделения из сближенных пластов и пород, когда содержание метана в выработанном пространстве велико.

Стабильность процесса дегазации посредством пробуренных скважин из выработок и подключенных к дегазации газопроводов зависит от расстояния их устья от очистного забоя, от угла полных сдвижений пород кровли, выборе для каждого конкретного случая диаметра скважины, длины обсадных труб, числе действующих скважин и т.д [5, 6]. Кроме того, при применении данного способа с использованием вакуум-насосов расположенных на поверхности всегда имеет место ряд технических недостатков, резко снижающих дегазацию угольного пласта. В первую очередь это большая протяженность дегазационных трубопроводов от скважин до вакуум-насосов, фактор снижения и полной потери дебита дегазационных скважин от перекрытия их водяными пробками, динамическое равновесие между давлением скважины и дегазационным трубопроводом и возможное реверсирование газа в скважину, ограниченная зона дегазации охваченная скважиной и т.д.

Решение задачи интенсификации дегазации из выработок проведением спиральных или радиально-криволинейных скважин, отсоса метановоздушной смеси посредством вакуум-насосов, с устранением вышеуказанных технических недостатков предполагает кардинальное изменение технологической схемы отбора газа.

Центральной идеей предложенной дегазационной системы является перма-

нентно-импульсное воздействие на каптируемый газ промежуточных агрегатов осуществляющих перекачку среды из скважины до накопительной емкости переменного объема. Предложенная дегазационная система с варьированием видов агрегатов и их компоновки в общую сеть представлена на рис. 1.

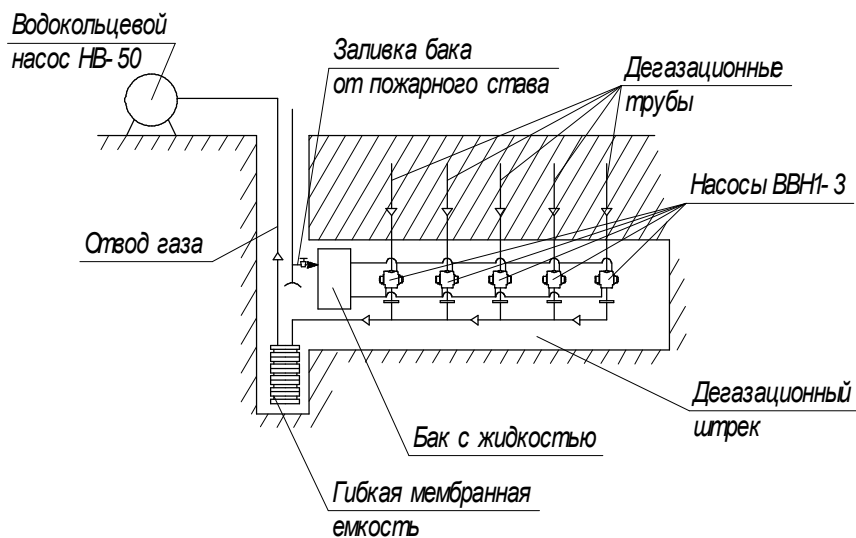


Рис.1 - Дегазационная система с промежуточным средством откачки в виде вакуум-насоса типа ВВН

Предлагается для увеличения коэффициента эффективности дегазации разработать систему с применением дополнительных средств откачки между обсадной трубой скважины и дегазационным газопроводом. Такое передвижное средство откачки целесообразно сформировать на базе вакуум-насосов ВВН-1-3, или ВВН-1-6, ротационных компрессоров или иных специальных средств (например, эксцентриковых насосов малой мощности на основе турбин), с подключением их непосредственно в скважины, рис. 2, 3. Основное преимущество – увеличение дегазационных характеристик скважин с влагоудалением из скважины и исключение в процессе работы скважины обводнения, потери дебета, возможного реверсирования газа в скважину и т.д. К преимуществам предложенной системы также относятся: полное осушение откачиваемой среды, стабильное откачивание из скважины газа, отсутствие динамического равновесия между давлением скважины и дегазационным трубопроводом и т.д.

Возрастание сопротивления на трубопроводе, имеющее место при откачке, требует перманентного изменения параметров трубопровода (увеличение его диаметра).

В связи с этим требуется предусмотреть автоматическую систему изменения параметров дегазационного трубопровода. С этой целью предлагается подачу газа из вакуум-насосов осуществить в гибкую цистерну переменной емкости, и только потом в дегазационный трубопровод. В качестве гибкой емкости предлагается секционная многозвенная труба из гофрированных элементов (пилотная разработка института сварки им. О.Е. Патона НАН Украины). Причем от-

вод и подвод метановоздушной смеси производится с одного из торцов гибкой емкости, тогда как вторая имеет возможность свободного осевого перемещения под давлением. Гибкая емкость является промежуточным звеном между вакуум-насосами типа ВВН-1 и дегазационным трубопроводом, отсос из которого производится вакуум-насосом большой производительности (типа НВ-50, НВ-150, НВ-300).

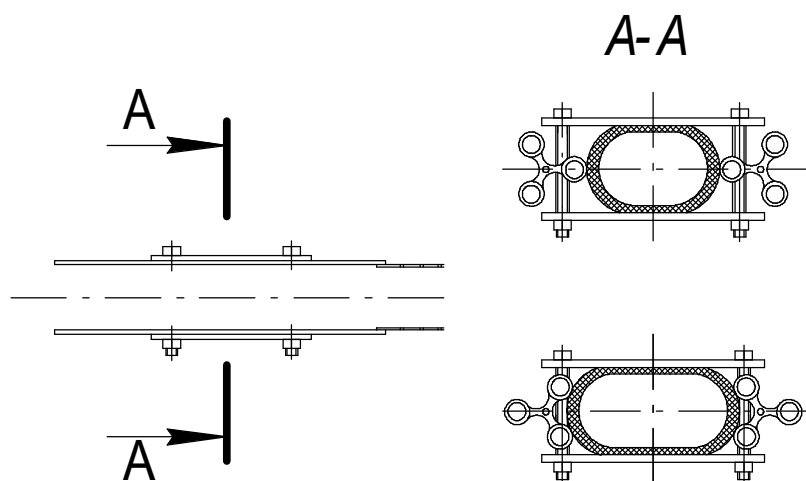


Рис. 2 - Рабочий механизм мембранно-роторного насоса (с боковым размещением роторов)

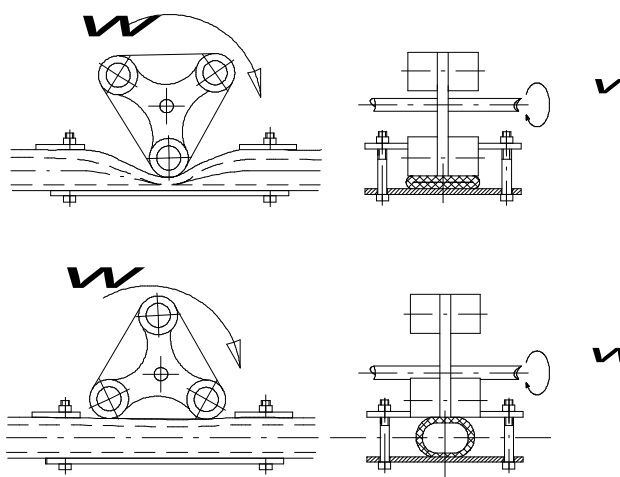


Рис. 3 - Рабочий механизм мембранно-роторного насоса (верхним размещением роторов)

Предложенная система дегазации применима для скважин, пробуренных в углепородном массиве, соответственно обсаженных трубами зацементированными до устья и соединенными с гибкой емкостью. Однако для интенсификации дегазации угле породного массива предложено проведение скважин кустовым способом, посредством центрирующих приспособлений устанавливаемых после бурового долота и на буровой штанге. К особенностям такой проводки

кустовых скважин относится возможность проведения нескольких радиально-криволинейных скважин под различным углом к горизонту и переменной кривизны (рис. 4). Причем для изменения азимута и зенитного угла центрирующие приспособления могут оперативно изменять свое месторасположение на буровой штанге, аналогично центраторам для буровых колонн при компоновке низа буровой колонны для проводки наклонных нефтяных скважин [7], [8]. Однако отличительной особенностью проводки радиально-криволинейных дегазационных скважин от кустовых наклонных скважин при бурении на нефть является то, что здесь должны применяться вращающиеся центраторы.

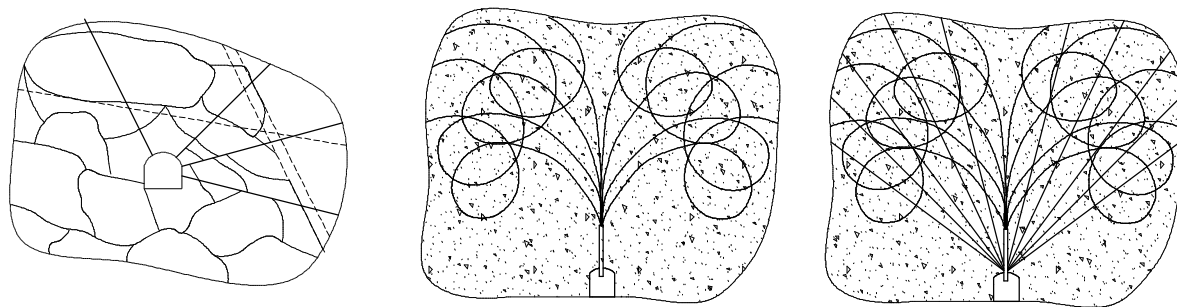


Рис. 4 - Схема проводки радиально-криволинейных дегазационных скважин

При такой системе проводки дегазационных скважин с применением центрирующих приспособлений общий кустовой ствол после цементации устья обсаживается перфорированной колонной, и соединяется с вакуум-насосами и гибкой емкостью посредством деформируемого рукава, набранного также из гофрированных секций.

К конструктивным особенностям предложенных центрирующих приспособлений (центраторов) относится возможность их перемещения по буровой штанге или буровой колонне с изменением реактивного момента на буровом долоте и, соответственно, изменения угла наклона и направления скважины (рис. 4).

С изменением места расположения группы центраторов на буровой штанге (рис. 5) соответственно заданной расчетом программе удастся получить развернутые в пространстве спиральные или криволинейно-наклонные скважины однонаправленного вращения. Параметрами таких скважин являются – радиус кривизны, средние углы, характеристика кольцевых дуг. После извлечения долота, изменения вращения бурового инструмента из того же устья на реверсное получают спиральную скважину обратного направленного вращения.

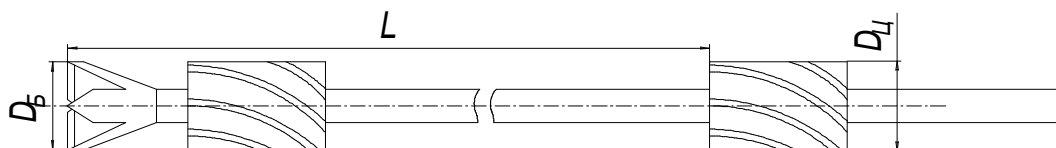


Рис. 5 - Буровая штанга в сборе с центраторами

После прохождения двух взаимно обратных по вращению спиральных скважин, имея пространственную карту этих скважин, из того же устья можно проложить радиальные скважины так, чтобы они пересекали спиральные скважины и соединяли их между собой. Для этого изменяют углы наклона скважины посредством группы центраторов или кривых переводников. Газоотдача пласта при нарезке дополнительных скважин повышается. Однако увеличение коэффициента эффективности дегазации возможно при стабильном вакууме создаваемом насосами. Современные водокольцевые насосы ввиду конструкторских и технологических особенностей их исполнения не обеспечивают должной производительности и вакуума. Предлагается ряд разработанных технологических мероприятий по увеличению глубины вакуума в водокольцевых вакуум-насосах основном виде оборудования для дегазации угольных шахт.

С этой целью необходимо в насосах типа НВ-50, НВ-150, НВ-300 а также типа ВВН изменить конструкцию узла гидрозатвора и сопряжение узла лобовины с ротором, механизм регулирования радиальных зазоров и т.д. Организация данных мероприятий увеличивает глубину вакуума порядка в 1,5 раза.

В комплексе это приводит к росту дегазация пласта, а отбор газа производится из минимального количества скважин, объединенных перфорированной трубой, одновременно служащей и обсадной колонной. Между дегазационной скважиной и дегазационным трубопроводом устанавливают передвижное средство откачки газовой смеси, например на базе вакуум-насосов 8 и промежуточную гибкую оболочку 9 переменной емкости с вмонтированными обратными клапанами (фиг. 1). Это позволяет достичь стабилизации вакуума, увеличить дегазационные характеристики скважин с влагоотделением из скважины, исключить обводнения, потерю дебета. Дополнительным эффектом является автоматическое изменение параметров дегазационных трубопроводов при возрастании их сопротивления вследствие загрязнения.

Способ позволяет повысить газоотдачу пласта, интенсифицировать отбор метана, в том числе из пластов с низкой газопроницаемостью, снизить газообильность горных выработок, обеспечить безопасные условия труда шахтеров, в первую очередь по газовому фактору. Кроме того, интенсификация процесса дегазации угольных пластов будет способствовать извлечению кондиционного метана для выработки электроэнергии и тепла, заправки автомобилей газом, использования в химической промышленности.

Выводы

1. Проблема дегазации угленосного массива газообильных шахт при организации добычи в настоящее время является важнейшим технологическим процессом, обеспечивающим высокую нагрузку на лаву, снижение себестоимости добычи угля, повышению безопасности условий угледобычи.

2. Предложено для увеличения коэффициента эффективности дегазации разработать систему с применением дополнительных средств откачки между скважиной и дегазационным газопроводом. Такое передвижное средство откач-

ки целесообразно сформировать на базе вакуум-насосов ВВН-1-3, или ВВН-1-6, ротационных компрессоров или иных специальных средств.

3. Применение промежуточных средств откачки метановоздушной смеси позволит в процессе дегазации исключить процесс обводнения скважин, установление динамического равновесия между гибкой емкостью и дегазационным трубопроводом, исключить перетоки газа из дегазационного трубопровода в скважину, способствовать высокопроцентному каптажу метана из группы скважин.

4. Подачу метановоздушной смеси для системы осуществлять из вакуум-насосов в гибкую цистерну переменной емкости, а затем в дегазационный трубопровод. В качестве гибкой емкости предлагается секционный многозвенная цистерна из гофрированных элементов. Причем отвод и подвод метановоздушной смеси производиться с одного из торцов гибкой емкости, тогда как второй имеет возможность свободного осевого перемещения под давлением. Гибкая емкость является промежуточным звеном между вакуум-насосами типа ВВН и дегазационным трубопроводом, отсос из которого производиться вакуум – насосом большой производительности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грядущий Б.А. Размышления о становлении и развитии угольной промышленности - Донецк : Східний видавничий дім , 2002 .С. 84.
2. Ножкин Н.В., Анисанов В.М., Ахметбеков Ш.У. Опыт заблаговременной дегазации шахтных полей карагандинского бассейна // Экспресс-информ./ЦНИЭИуголь. – Москва, 1980. - С.44.
3. Айруни А.Т., Слепцов Е.И. Дегазация угольных шахт за рубежом // ЦНИЭИуголь. – Москва, 1973. С. 80
4. Забурдяев В.С., Сергеев И.В. Дегазация пологих выбросоопасных пластов// Экспресс-информ./ЦНИЭИуголь. – Москва, 1980. – С. 24
5. Касимов О.И., Верзилов М.И. Дегазация шахт при высоких нагрузках на очистные забои // Обзор/ЦНИЭИуголь. – Москва, 1983. – С. 40.
6. Сочинский А.А., Комаров В.Б. Рудничная вентиляция // УГЛТЕХИЗДАТ – 3-е издание - Москва, 1959.-С. 632.
7. Центратор для забойных двигателей и утяжеленных бурильных труб. Авторское свидетельство SU № 1294977, Е 21 В 17/10, Авторы Н.А.Алиева, Е.В.Хворостова и В.В.Инюшева, 1987, БИ № 9.
8. Центрирующее приспособление по авторскому свидетельству SU № 840275 "Центратор для забойных двигателей и УБТ" - авторы: Гулизаде М.П., Оганов С.А., Мамедтагизаде А.М., Сакович Э.С., Алиев Н.А. Е 21 В 17/10.