

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ДЕГАЗАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

На основі аналізу існуючих методів дегазації вугільних рудовищ запропонована система відбору метано-повітряної суміші з застосуванням проміжних засобів відкачки з кушових свердловин криволенійно-віяльним орієнтуванням. Буріння куща з просторовим орієнтуванням направлення свердловин здійснюється за допомогою центраторів, розташованих на буровій штанзі, що дозволяють оперативно управляти азимутом, кутом нахилу та кривизною свердловин.

TECHNICS AND TECHNOLOGY OF AN INTENSIFICATION PROCESSES OF DEGASIFICATION OF COAL DEPOSITS

On the basis of existing methods of decontamination of coal deposits the system of selection of a methane-air mix with application of intermediate means of pumping from sectional chinks curvilinearly-curtain orientation is offered. Drilling of a bush with spatial orientation of a direction of chinks is carried out with the help of centermakers, located on the chisel bar, allowing operatively to operate an azimuth, a corner of an inclination and curvature of chinks.

В современных условиях разработки угольных месторождений, когда ставится задача повышения темпов проведения подготовительных выработок и производительности очистных забоев, основным недостатком, препятствующим решению этой задачи, является сложность и длительность операций по извлечению угля и сброса газа.

Газообильность выемочного участка и структура его газового баланса определяются природной метаносностью и мощностью разрабатываемого пласта, метаносностью и суммарной мощностью под и надрабатываемых угольных пластов и пропластков, их удалением от разрабатываемого пласта, схемой проветривания участка, системой разработки и способом управления кровлей. По характеру проявлений газовой выделения во времени участки подразделяются на обычные и внезапные. Необходимость проведения специальных мероприятий на газообильных шахтах отражена в основных направлениях технической политики развития и совершенствования угольных шахт Украины, которыми предусматривается увеличение объема применения столбовых и комбинированных систем разработки метаносных угольных пластов, развитие известных и разработка новых, более эффективных способов дегазации разрабатываемых пластов и пластов-спутников [1].

Это диктуется тем, что с увеличением глубины разработки резко снижается эффективность традиционных способов предварительной дегазации разрабатываемых пластов, а применение столбовых систем разработки с погашением вентиляционной выработки за лавой резко (в 1,5-2 раза) снижает эффективность дегазации под- и надрабатываемых пластов-спутников из-за сокращения периода активной их дегазации. Поэтому более целесообразна разработка высо-

кометаноносных пологих угольных пластов комбинированными системами (например, системой парных штреков).

На более глубоких шахтах обеспечение эффективности дегазации на указанном уровне или ее повышение возможно за счет применения более совершенных схем бурения скважин: уменьшения расстояния между скважинами; увеличения длительности активной работы скважин; бурения дегазационных скважин увеличенного диаметра; применения схем расположения дегазационных скважин с учетом эффекта увеличения газопроницаемости и газоотдачи пласта впереди лавы под воздействием подвигающегося очистного забоя; применения способов активизации газоотдачи пласта при обработке дегазируемого массива: применения комплексной предварительно-передовой дегазации и т.д. [2, 3].

Рассмотрим наиболее распространенные схемы и способы организации дегазационных процессов газообильных шахт Украины, ближнего зарубежья и др. [4, 5].

Известно, что с целью интенсификации процесса дегазации и снижения газообильности горных выработок, борьбы с внезапными выбросами газа и угля в горном деле, наиболее часто бурят дегазационные скважины веером в виде радиальных лучей на определенную глубину, производят их обсадку с герметизацией устья и нагнетанием жидкости для силового воздействия давлением на среду через скважины. При этом силовое воздействие на дегазируемый участок ведут ступенчато с повышением давления в каждой последующей ступени, периодически повышая и сбрасывая давление не ниже половины газового давления пласта, до появления устойчивого выхода разупрочненного угля, а последующие извлечения угля и сброс газа ведут последовательно и циклически, контролируя извлечение угля по потере устойчивости выхода угля и количеству извлеченного угля, а сброс газа - по газовыделению среды, контролируя концентрацию газа в выработке. К основным недостаткам способа следует отнести то, что процесс дегазации сопровождается снижением дегазационных характеристик скважин, обводнением, снижением или потерей дебита.

К прогрессивным дегазационным методам можно отнести способ дегазации и увлажнения пласта, включающий проведение в пласте параллельно очистному забою и ориентированных под углом к линии очистного забоя скважин, подключение скважин к дегазационному трубопроводу, отсос газа, последующее нагнетание жидкости в массив угля через группу скважин, выдержку жидкости в пласте, слив не использованных в процессе выдержки ее объемов. При этом повторное после слива жидкости подключение скважин к дегазационному трубопроводу и отсос газа в разгружаемой от горного давления зоне пласта, выделение блоков, отделенных друг от друга целиком угля, проведение скважин из одной выработки приводит к увеличению интенсивности дегазации. В целике угля проводят скважину параллельно очистному забою, а последующее после первичного отсоса газа нагнетание жидкости и ее слив осуществляют через группу перекрещивающихся в блоке скважин и скважину в целике угля пе-

ред блоком, причем слив жидкости производят после образования трещин в массиве вблизи скважины, проведенной в целике угля перед блоком.

Основными недостатками этого способа, как и предыдущего являются сложность и длительность операций по извлечению газа, а также недостаточно высокая область воздействия единичной скважины на трещины и поры угольного пласта из-за относительно невысоких давлений нагнетания жидкости.

В известном по технической сущности способе дегазации угольного пласта предусмотрено бурение скважины, обсадка и герметизация ее устья, нагнетание жидкости через скважину в пласт последовательно в статическом и импульсном режимах, подключение скважины к дегазационному газопроводу и извлечение газа. Основными недостатками этого способа являются отсутствие кумулятивного воздействия и в связи с этим относительно низкие величины давления и температуры, а также небольшой радиус воздействия гидравлического импульса на трещины и поры пласта.

Известен также способ дегазации, при котором предусматривается проведение в качестве коллектора дополнительной горной выработки над угольным пластом на всю длину выемочного столба, формирование обособленного газосборочного горизонта. В подошве этой выработки – коллектора пробуриваются веером скважины, которые разделяют участки массива на сектора. Газ отбирают посредством этих скважин из этой выработки. Скважины могут быть дополнительно пробурены из земной поверхности. Недостатком описанного способа дегазации являются высокие затраты на проведение выработки-коллектора. При удалении шахтного поля от места пробуривания скважин возникают затруднения с дегазацией, постоянно требуется дополнительная прокладка дегазационных трубопроводов, переброска оборудования и т.д.

Для повышения безопасности ведения горных работ за счет более полной дегазации угольного пласта через скважины путем увеличения давления, температуры и радиуса воздействия на трещины и поры пласта предложено производить нагнетание жидкости через скважину в пласт последовательно в статическом и импульсном режимах с одновременным кумулятивным и тепловым воздействием на пласт. Причем, после подключения скважины к дегазационному газопроводу для интенсификации извлечения газа, кумулятивное и тепловое воздействие производят поэтапно: сначала при температуре 80-290 °С и давлении 8-15 МПа, затем при температуре 290-360 °С и давлении 15-22 МПа и на третьем этапе - при температуре более 375 °С и давлении более 22 МПа.

Несмотря на высокотехнологичность данного способа недостатком его является необходимость применения сложного и дорогостоящего оборудования. Кроме того, к недостаткам данного решения можно отнести прямое подключение скважины к дегазационному трубопроводу, что обуславливает в процессе изменения дебита скважин динамическое равновесие между давлением скважины и этим трубопроводом.

Действенным и высокоэффективным способом дегазации зарекомендовал себя следующий. Для реализации способа из горной выработки до почвы угленосной толщи проводят две серии перекрестно расположенных скважин и гер-

метизируют их. До начала разгрузки угленосной толщи в скважины первой серии последовательно вводят энерговыделяющую систему с инициатором термораспада и жидкую пробку, нагнетают энерговыделяющую систему в трещины угленосной толщи, создают в скважине давление не менее 12 МПа и иницируют энерговыделяющую систему, после чего обработанные скважины подключают к дегазационному трубопроводу. Затем в обработанные скважины первой серии зону угленосной толщи позади очистного забоя проводят скважины второй серии, которые также подключают к дегазационному трубопроводу.

Недостатком является недостаточно полный сбор газа, так как в угольном пласту, несмотря на бурение двух серий скважин, остаются труднодоступные зоны, где не обеспечивается его полный отсос. Кроме того, отсутствует автоматическое изменение параметров дегазационных трубопроводов при возрастании их сопротивления вследствие загрязнения и увеличения или уменьшения дебита скважин.

Задача обеспечения более эффективного сбора газа в дегазируемом горном массиве может быть решена за счет увеличения его газопроницаемости, доступности к большему количеству газоносных зон, увеличения глубины вакуума в отсасывающих устройствах, исключения возможности обводнения скважин и возникновения динамического равновесия между дегазационным трубопроводом и скважиной.

Поставленный круг задач в первую очередь требует решения вопросов проводки в дегазируемом массиве достаточно большого числа криволинейно-веерных скважин кустовым методом.

Известен опыт проводки кустовым методом наклонных скважин при бурении на нефть как на суше, так и при морской добыче. Особенно широкое распространение кустовая проводка скважин получила при морском бурении с платформ и морских глубоководных оснований, что в достаточной степени правомерно и объяснимо спецификой разработки месторождений. При проводке скважин кустовым методом для изменения азимута и зенитного угла скважины используются кривые переводники и центраторы. В мировой практике впервые при проводке наклонных скважин турбобурами или забойными электродвигателями оперативное изменение месторасположения центратора для набора угла или изменения азимута было осуществлено перемещающимся центратором в Сангачальском МУБРе (Азербайджан) при бурении наклонной морской скважины глубиной более 2,5 км [6], Использовано устройство, в котором посредством планок-клиньев трапецеидально-конической формы осуществляется фиксация корпуса центратора на поверхности турбобура или винтового забойного двигателя [7]. Однако, как известно, при прохождении дегазационных скважин применяется роторное бурение и применение центраторов аналогичной конструкции невозможно. Поэтому было предложено для проводки скважин при дегазации, включающих криволинейно-веерные скважины, заданную глубину и проектируемые кривизны сечения осуществлять за счет вращающегося центратора.

Предлагаемое устройство отличается от известных тем, что для достижения заданной технологической цели корпус выполнен составным - из наружной и внутренней частей, вращение которых относительно друг друга обеспечивается двумя наборными шарикоподшипниками, расположенными в беговых дорожках корпуса, причем корпус выполнен с возможностью фиксирования на буровой штанге посредством четырех пар разрезных конических колец, втулки закреплены резьбовыми муфтами, а количество шарикоподшипников меньше длины окружности дорожки.

Центратор для прохождения радиально-криволинейных участков дегазационных скважин (рис. 1) выполнен вращающимся. Полый корпус центратора выполнен из двух частей: внутренней 1 и наружной 2. Вращение наружной части 2 корпуса относительно внутренней части 1 обеспечивается двумя наборными шарикоподшипниками. Надежное крепление центратора на бурильной штанге для прохождения скважин обеспечивается четырьмя парами разрезных конических колец (внутренних 4 и наружных 5).

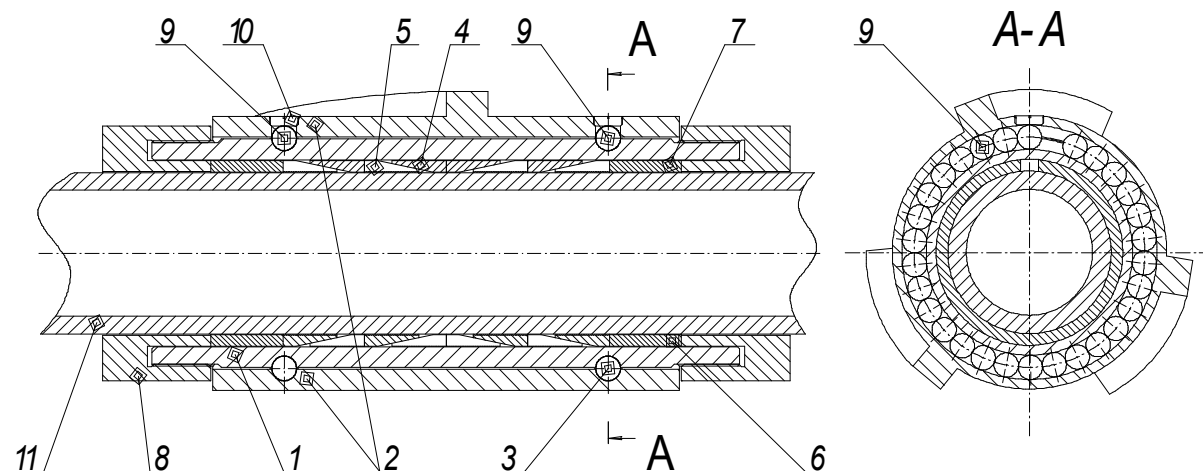


Рис. 1 – Общий вид центра тора на штанге

Вращающийся центратор собирается в следующем порядке. Четыре пары разрезных конических колец 4 и 5 вставляются в составленный корпус центратора. Во избежание неразмыкания разрезных конических колец 4 и 5, их устанавливают две пары, зеркально друг другу. С двух сторон вставляются дистанционные втулки 6 и фиксируются двумя резьбовыми муфтами - передней 7 и задней 8. Для обеспечения плавного вращательного движения наружной части 2 корпуса относительно внутренней через технологические отверстия вводятся в беговые канавки в корпусе шарики 9, образующие два наборных шарикоподшипника. Технологическое отверстие в корпусе под шарикоподшипники глушится резьбовыми заглушками 10. Для обеспечения необходимого зазора и

подвижности, количество шариков в каждой из опор должно быть на один меньше чем максимально возможно.

Центратор устанавливается на бурильную штангу 11 в сборе (или собирается на бурильной штанге) и закрепляется путем затягивания резьбовых муфт 7 и 8. Торцы резьбовых муфт воздействуют через дистанционные втулки 7 на разрезные кольца 3 и 4, сдвигая их друг относительно друга, осуществляя надежную фиксацию центратора на бурильной штанге 11.

Мобильное перемещение центратора осуществляется посредством демонтажа деталей в обратном порядке.

Перемещая центраторы 2 по бурильной штанге 1, можно изменять угол искривления ствола и азимут дегазационной скважины (рис.2).

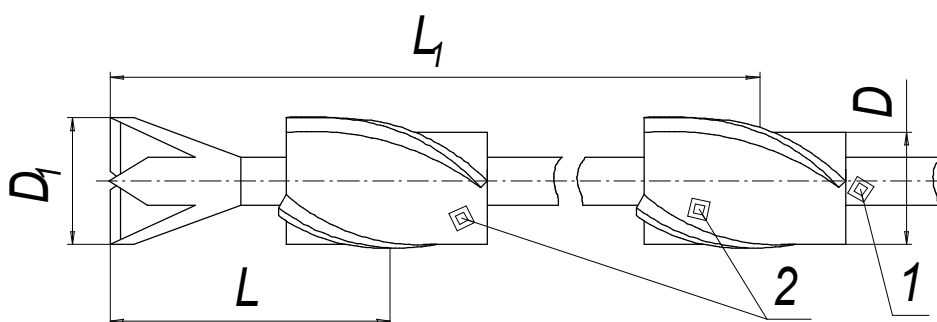


Рис.2 – Место расположения центраторов на штанге

На рис. 2 показан принцип оперативного варьирования кривизной дегазационной скважины посредством изменения месторасположения центраторов на буровой штанге и реактивного момента на долоте. Причем разработаны специальные конструкции центраторов и варианты проводки дегазационных скважин как спиральных, так и постоянного, заранее планируемого радиуса кривизны и направления.

Проводка скважин кустовым способом требует пересмотра методов обсаживания и цементирования крепления устья куста. Наиболее целесообразно выбрать способ объединения или обсаживания куста скважин перфорированной трубой, поперечное сечение которой соответствует суммарному поперечному сечению скважин, или для создания подпора использовать несколько меньшее сечение.

На рис. 3 показан принцип обвязки и обсаживания куста скважин 1 перфорированной трубой 2, с креплением к ней переходного фланца 3, к которому присоединяется гибкий металлический рукав 4, посредством которого соединяется всасывающая линия вакуумного насоса со скважинами.

Введение в общую дегазационную схему промежуточных малогабаритных вакуумнасосов, устанавливаемых непосредственно после куста, по существу

решает несколько важнейших проблем и кардинально меняет порог чувствительности всей дегазационной системы. К преимуществам предложенной системы следует в первую очередь отнести: 1) увеличение дегазационных характеристик скважин с влагоудалением из нее, исключение обводнения и потери дебита; 2) исключение возможного реверсирования газа из дегазационного трубопровода в скважину, т.е. выполнение роли обратного клапана; 3) полное осушение откачиваемой среды на пути транспортировки до стационарных вакуумнасосов; 4) отсутствие пульсации и стабилизация отсоса из скважины газа; 5) отсутствие динамического равновесия между давлением скважины и дегазационным трубопроводом.

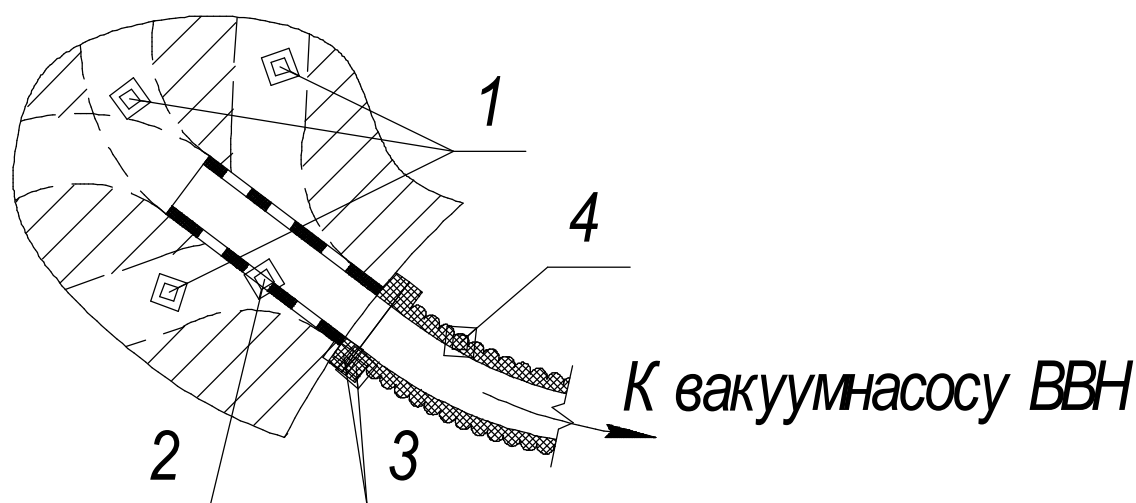


Рис. 3 – Схема формирования устья дегазационного куста скважин

В качестве промежуточных средств откачки рекомендовано использовать вакуум-насосы ВВН-1-3, или ВВН-1-6 (рис. 4), ротационные компрессоры или иные специальные средства (например, эксцентриковые насосы малой мощности на основе воздушных турбин и т.д.), с подключением их к скважинам куста.

Опыт эксплуатации вакуумных насосов показывает, что для водокольцевых систем важнейшим показателем работы и глубины вакуума является постоянство и равновеликость зазора между торцами ротора и внутренней стенкой опорных крышек. Кроме того, качество узлов гидрозатвора, возможность обеспечения безизносности сопряженных пар в узле за весь срок службы насоса также в целом определяют работоспособность как насоса, так и всей системы. В результате многолетних экспериментов по подбору контактирующих и сопряженных пар в центробежных и водокольцевых насосах наиболее соответствующих принятым нормам по минимизации износа, увеличению ресурса, улучшению технологической обеспеченности, как по инструментальной обработке, так и по финишным и химико-термическим методам упрочнения [8] оказались пара чугуна с глобулированным графитом – сталь.

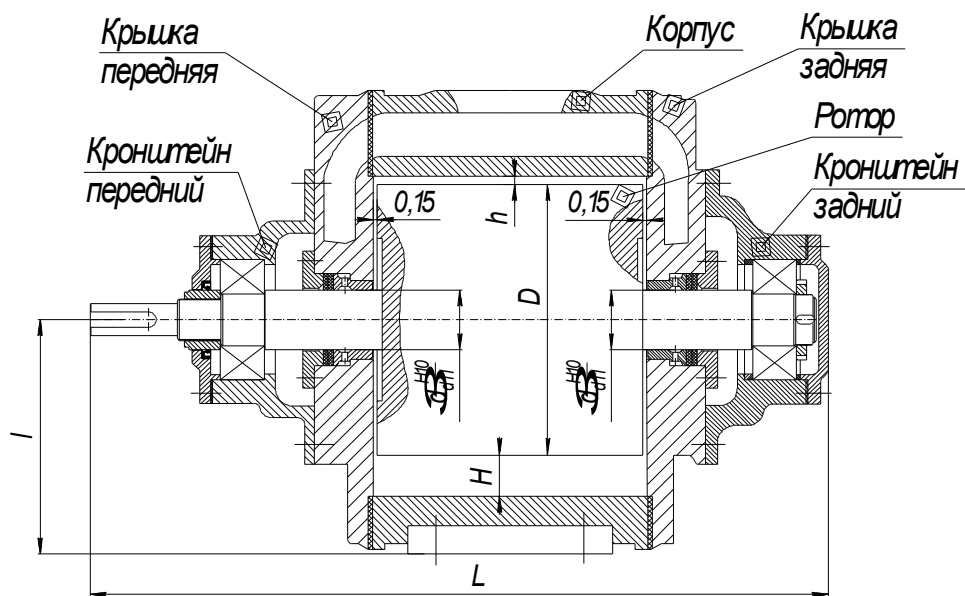


Рис.4 – Вакуумнасос в разрезе

Применение таких пар в вакуум-насосах ВВН-1-3 показало, что глубина вакуума в них возросла в 1,2 раза при зазорах по гидрозатворной втулке $\delta = 0,35\text{--}0,4$ мм, и твердости HRC = 45...52. Торцевые зазоры для насосов ВВН-1-3 определены в пределах $\Delta=0,15$ мм, для насосов ВВН-1-6 не более $\Delta=0,3$ мм. При соблюдении указанных условий, а также закалке корпусных деталей насоса до твердости HRC = 40...45 ресурс работы насосов возрос более чем в три раза.

При подключении серии скважин в общую транспортную магистраль может произойти возрастание сопротивления на трубопроводе, имеющее место при откачке, что требует перманентного изменения параметров трубопровода (увеличение его диаметра). То есть, в системе дегазации должна быть предусмотрена автоматическая система изменения параметров трубопровода. Наиболее целесообразно подачу газа из промежуточных вакуум-насосов осуществить в гибкую цистерну переменной емкости. В качестве гибкой емкости используется секционная многосвязная труба из гофрированных элементов (пилотная разработка института сварки им. О.Е. Патона НАН Украины). Причем отвод и подвод метановоздушной смеси производится 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-1-3 или ВВН-1-6 и дегазационным трубопроводом, отсос из которого производится вакуум-насосом большой производительности (типа НВ-50, НВ-150, НВ-300). Непосредственно, вместо традиционных резинокордовых гофрированных рукавов целесообразно использовать для соединения куста с вакуум-насосом типа ВВН многосвязную металлическую трубу из гофрированных элементов.

Предложенная система дегазации применима для скважин, пробуренных как в углепородном массиве, так и в кровле.

Принятая за базовую для апробации предложенной системы дегазации шахта им. М.И. Калинина ГП «Донецкуголь» в настоящее время имеет две работающие лавы. Дегазация производится посредством скважин пробуренных в кровлю, в том числе: 7 скважинами из группового вентиляционного штрека 2 западной лавы пласта Н10, 6 скважинами из восточного полевого штрека 2 западной лавы пласта Н 10 и 8 скважинами 1 го воздухоподающего штрека пласта Н 10.

Для суммарного дебита смеси соответственно по каждому штреку имеем по состоянию на 01.08.2004 г.: по 7 скважинам – 8,13 м³/мин, по 6 скважинам – 6,34 м³/мин, по 8 скважинам – 9,09 м³/мин. Для принятой схемы дегазации с промежуточными агрегатами типа ВВН-1-3 между трубопроводом и скважинами требуется: для 7 скважин из группового вентиляционного штрека 2 западной лавы – 3, для 6 скважин из восточного полевого штрека западной лавы – 2 и 8 скважин 1-го воздухоподающего штрека – 3 насосных агрегата.

Переход на шахте им. М.И.Калинина полностью на предложенную систему дегазации требует детального анализа газовой обстановки на шахтных полях, статистической обработки скважин по дебиту и концентрации метана за период 10-15 лет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грядущий Б.А. Размышления о становлении и развитии угольной промышленности - Донецк: Східний видавничий дім, 2002 .С. 84.
2. Касимов О.И., Верзилов М.И. Дегазация шахт при высоких нагрузках на очистные забои // Обзор/ЦНИЭИуголь. – Москва, 1983. – С. 40.
3. Забурдяев В.С., Сергеев И.В. Дегазация пологих выбросоопасных пластов// Экспресс-информ./ЦНИЭИуголь. – Москва, 1980. – С. 24
4. Ножкин Н.В., Аниканов В.М., Ахметбеков Ш.У. Опыт заблаговременной дегазации шахтных полей карагандинского бассейна // Экспресс-информ./ЦНИЭИуголь. – Москва, 1980. - С.44.
5. Айруни А.Т., Слепцов Е.И. Дегазация угольных шахт за рубежом // ЦНИЭИуголь. – Москва, 1973. С. 80
6. Центратор для забойных двигателей и утяжеленных бурильных труб. Авторское свидетельство SU № 1294977, Е 21 В 17/10, Авторы Н.А.Алиев, Е.В.Хворостов и В.В.Инюшев, 1987, БИ № 9.
7. Гулизаде М.П., Оганов С.А., Мамедтагизаде А.М., Алиев Н.А., Съёмный перемещающийся центратор для забойных двигателей. Нефтяная промышленность научно-производственные достижения нефтяной промышленности в новых условиях хозяйствования. Научно-технический информационный сборник. Выпуск 7. М. 1989. С.13-15
8. Алиев Н. А. Технологические особенности увеличения ресурса динамических насосов. // Международный сборник научных трудов – Прогрессивные технологии и системы машиностроения. – Вып. 16. – Донецк, 2001. – С. 9-18.