

УДК 622.411.332

Бокий Б.В., д-р. техн. наук, ст. научн. сотр.
(ПАО «Шахта им. А.Ф. Засядько»)

Дудля Е.Е., аспирант
(Государственное ВУЗ «НГУ»)

Новиков Л.А., магистр
(ИГТМ НАН Украины)

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ МЕТАНА УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Бокій Б.В., д-р. техн. наук, ст. наук. співр.
(ПАТ «Шахта ім. О.Ф. Засядька»)

Дудля К.Є., аспірант
(Державний ВНЗ «НГУ»)

Новіков Л.А., магістр
(ІГТМ НАН України)

ВИБІР РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ТРАНСПОРТУВАННЯ МЕТАНУ ВУГІЛЬНИХ РОДОВИЩ

Bokiy B.V., D. Sc. (Tech.), Senior Researcher
(PJCS «A.F. Zasyadko Msne»)

Dudlia Ye.Ye., Doctoral Student
(SHEI «NMU»)

Novikov L.A., Master of Science
(IGTM NAS of Ukraine)

DECISION OF RATIONAL PARAMETERS FOR DESIGNING OF METHANE TRANSPORTATION WITHIN COAL DEPOSITS

Аннотация: Рассмотрены вопросы повышения производительности очистных забоев и добычи метана угольных месторождений с помощью поверхностных дегазационных скважин и газотранспортной системы.

Разработана структура, определен состав, обоснованы функции и требования к параметрам системы добычи транспортирования и утилизации метана. Для количественной оценки эффективности ее работы обоснованы выходные параметры блоков этой системы, а также их управляющие функции, выбраны регуляторы для реализации этих функций, а также рассмотрены требования к функциям и параметрам газорегуляторных пунктов подготовки газа к транспортированию, поверхностной газотранспортной системе, пункту смешения и регулирования газозооной смеси.

Приведена методика, которая позволяет в достаточной мере учитывать влияние загрязненности участков сети на эффективность транспортировки метанозооной смеси.

Ключевые слова: метан, скважина, газотранспортная система.

В связи с углублением шахт повышается их метаноносность, а соответственно и метанообильность добычных участков. При этом повышение производительности добычных комплексов сдерживается превышением нормированных значений процентного содержания метана в исходящих струях даже при предельно допустимых скоростях воздуха, т.е. 4 м/с.

Применение существующих систем дегазации не решает снижения допустимого содержания метана в лавах и на исходящих струях выемочных участков.

Как показал опыт ПАО «Шахта им. А.Ф.Засядько» при глубине более 1000 м даже при скорости воздуха в лаве 8 м/с требуется повышение эффективности поверхностной и подземной дегазации для обеспечения безопасной проектной добыча угля.

Нами предложен способ повышения добычи угля с подачей в исходящие струи очистных участков инертного газа азота (N_2), получаемого в системах утилизации метана, оборудованных установками разделения газовых смесей.

Для повышения производительности очистных забоев разработана структура, определен состав, обоснованы функции и требования к параметрам системы добычи транспортирования и утилизации метана угольных месторождений (СДТ и УМ), которая представлена на рис.1.

В структуру СДТ и УМ входят: добычные участки, оборудованные аппаратурой аэрогазового контроля и управления (АГКУ); поверхностные дегазационные скважины, оборудованные газорегулирующими пунктами подготовки газа к транспортированию (ГРПП); поверхностная газотранспортная система (ГТС); центральный газосмесительный и регулирующий пункт (ГСРП); система когенерации и разделения газов (СКРГ); диспетчерский пункт мониторинга и оперативного управления (ДП); автомобильная газонаполнительная компрессорная станция (АГНКС).

Для количественной оценки эффективности работы системы добычи транспортирования и утилизации метана угольных месторождений обоснованы выходные параметры ее блоков, приведенные ниже в порядке их ранжирования: $N_{м.л.}$ – процентное содержание метана в исходящей струе лавы, % CH_4 ; $N_{м.у.}$ – процентное содержание метана в исходящей струе очистного участка, % CH_4 ; D_u – суточная добыча угля очистного участка, т/сут.; $D_{ш}$ – суточная добыча угля шахты, т/с; F_a – суточная выработка азота, $нм^3$; $W_э$ – суточная выработка электроэнергии, кВт ч; Q_t – суточная выработка тепловой энергии, кВт ч; $F_{гв}$ – суточная выработка метана для АГНКС, $нм^3$; $Q_{си}$ – суточная добыча метана из скважины, $нм^3$; $Q_{пс}$ – суточная добыча метана всех поверхностных скважин, $нм^3$; $Q_{пд}$ – суточная добыча метана подземной дегазационной системой, $нм^3$; $F_{мп}$ – суточный добит метана из подземных скважин, $нм^3$.

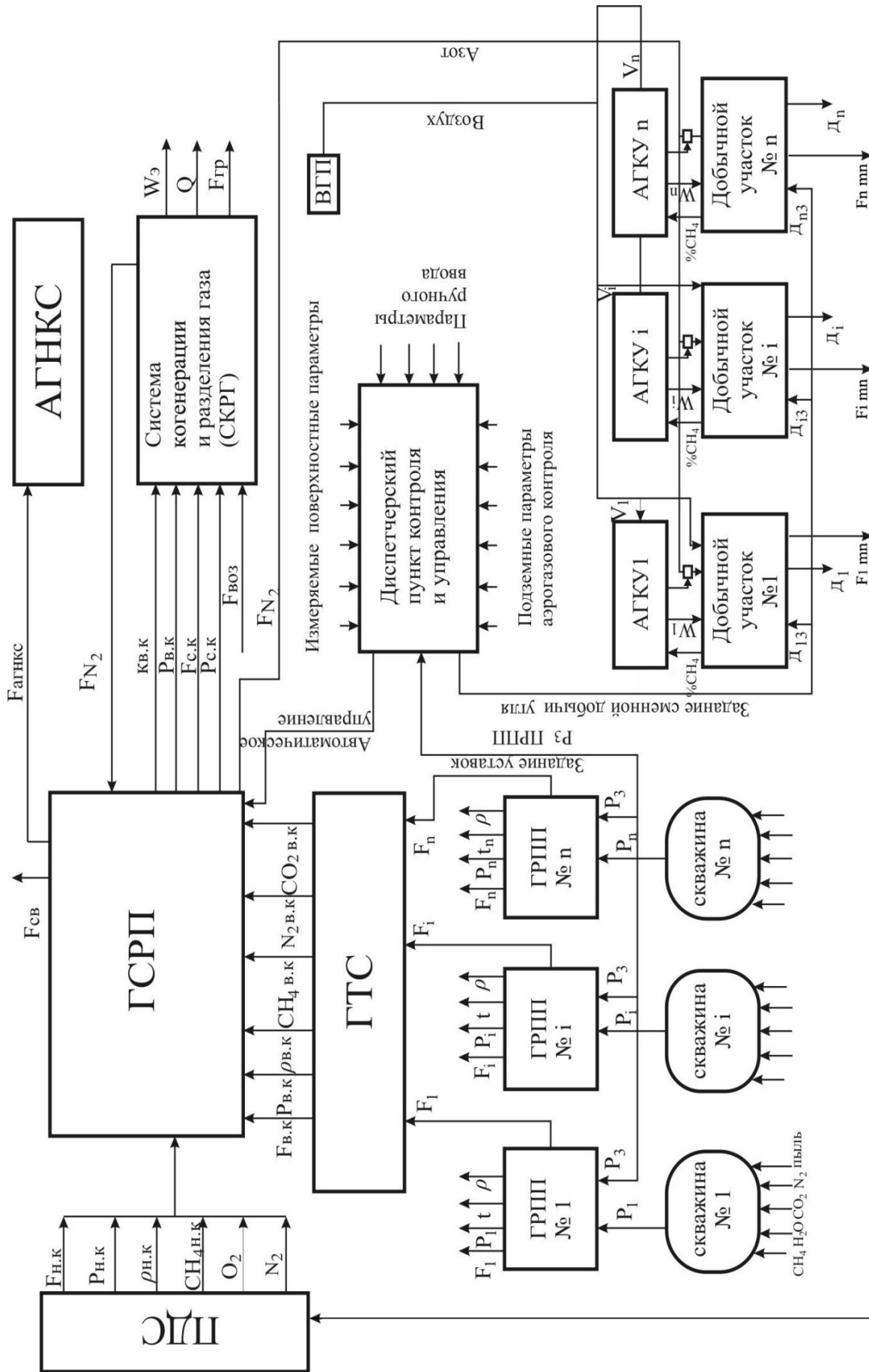


Рисунок 1 – Структурно-функциональная схема СДТ и УМ

Основными управляющими функциями системы, в порядке их ранжирования, должны быть: автоматическая защита при превышении процентного содержания метана в исходящих струях очистных участков выше 1%; автоматическое регулирование процентного содержания метана в исходящих струях очистных участков; автоматический сброс газовой смеси на свечу при превышении процентного содержания метана и кислорода взрывобезопасной зоны; автоматическое регулирование процентного содержания метана и кислорода, подаваемого потребителям когенерационной станции; автоматическое регулирование давления метана, подаваемого потребителям; автоматическое регулирование расхода азота, подаваемого на очистные участки.

Основными информационными функциями мониторинга СДТ и УМ должны быть [1]:

1) централизованный контроль за ходом технологического процесса, который обеспечивает: периодическое измерение значений технологических параметров; оперативное отображение значений технологических параметров; графическое и цифровое изображение значений технологических параметров и взаимосвязей между ними на мнемосхемах; графическое и цифровое отображение истории процесса; графическая визуализация истории контура регулирования; отображение изменения состояния оборудования в виде протокола событий; отображение изменения состояния оборудования цветом на мнемосхемах; визуализация результатов диагностики состояния оборудования на экране панели оператора; обнаружение, оперативное отображение, регистрация в архиве и сигнализация отклонений значений технологических параметров и показателей состояния оборудования от установленных пределов в разных видах;

2) диагностика состояния оборудования:

- самодиагностика микропроцессорного контроллера;
- диагностика канала связи с контроллером;
- диагностика измерительных каналов;
- диагностика и контроль состояния оборудования и арматуры;

3) регистрация истории процесса архивирования:

- мгновенных значений параметров технологического процесса;
- изменения состояния оборудования (архив событий);
- нарушений технологического процесса.

При транспортировании газа в ГТС происходят процессы образования кристаллогидратов. На ликвидацию расходуются значительные объемы газа и ингибиторов [2,3]. Поэтому вынужденной и необходимой частью ГТС являются пункты регулирования и подготовки газа к транспортированию, выполняющие нижеуказанные функции и требования к параметрам.

Газорегулирующий пункт подготовки газа к транспортированию. Технические средства по очистке газа и регулированию его давления, закладываемые в проекты ГРПП должны обеспечивать: глубокую очистку газа, поступающего из скважины от капельной, мелкодисперсной, аэрозольной влаги и механических примесей; высокую эффективность очистки – содержание

жидкости на выходе; содержание взвешенных частиц на выходе должно соответствовать «воздух Кл.1 ГОСТ 17433–80»; производительность – до 120 $\text{м}^3/\text{мин}$; отсутствие сменных фильтрующих элементов; широкий диапазон нагрузок под давлением; устойчивая работа в пробковом режиме; отсутствие обслуживания в ходе эксплуатации; способ удаления отсепарированной жидкости – самотеком или автоматически; гарантийный срок эксплуатации не менее 10 лет; снижение давления газа до заданного значения и автоматическое поддержание этого значения с помощью регуляторов прямого действия.

В связи с отсутствием электропитания в местах размещения ГРПП аппаратура сбора и передачи данных о параметрах мониторинга на диспетчерский пункт должна сохранять работоспособность не менее 90 суток при электропитании от внутреннего источника.

Аппаратура сбора и передачи данных о параметрах мониторинга скважины должна соответствовать следующим техническим требованиям.

1. Производить непрерывное автоматическое измерение: расхода газа при рабочих условиях, $\text{м}^3/\text{с}$; абсолютного давления газа из скважины, Мпа; абсолютного давления газа, подаваемого в ГТС, Мпа; температуры газа, подаваемого в ГТС, $^{\circ}\text{C}$;

2. Обеспечивать вычисление при ручном вводе из диспетчерского пункта значений: плотности газа при стандартных условиях, $\text{г}/\text{см}^3$; расхода газа, подаваемого в ГТС, приведенного к стандартным условиям, $\text{м}^3/\text{с}$, $\text{м}^3/\text{ч}$; объема газа, подаваемого в ГТС, приведенного к стандартным условиям на суточном и месячном интервалах времени с привязкой по времени и дате, м^3 .

3. Хранить архив результатов измерений и событий, времени наработки и простоя в энергонезависимой памяти.

4. Обеспечивать возможность просмотра информации на индикаторе счетчика или печати на внешнем принтере.

Передача информации из ГРПП на диспетчерский пункт должна обеспечиваться с помощью GSM модемов, выполняющих следующие функции: считывание архива измерительной информации, сохраненной в энергонезависимой памяти аппаратуры сбора данных о параметрах мониторинга скважины; передача измерительной информации, загруженной из аппаратуры сбора данных в ПЭВМ для записи в базу данных диспетчерского пункта.

Требования к основным техническим характеристикам GSM модемов: степень защиты IP44; среднее время наработки на отказ, не менее 80000 ч; средний срок службы 10 лет; гарантийный срок 12 мес.; основной режим работы – дистанционное считывание данных по GSM/GPRS каналу связи; электропитание должно обеспечиваться от внутреннего источника со сроком его замены не менее 90 суток при передаче информации на диспетчерский пункт один раз в сутки.

Поверхностная газотранспортная система. Из установленных на скважинах ГРПП, газ поступает в поверхностную газотранспортную систему. Фактический дебит газа из скважин характеризуется значительной

неравномерностью на протяжении суток, месяца и года. Особенно сложной проблемой в масштабе шахты является сезонная неравномерность потребления газа.

Все элементы общей ГТС гидравлически связаны между собой. Изменение режима работы одного из них (например, объемов добычи газа из скважины, давления и расхода в газопроводе) вызывает соответствующие изменения режима работы всех других элементов, в том числе системы утилизации газа.

Основные требования к структуре ГТС сведены к следующему.

По давлению газа: распределительная сеть низкого давления (5 кПа); газосборная сеть среднего давления (5 кПа – 0,3 Мпа); газосборная сеть высокого давления (0,3 – 0,6 Мпа); газосборная сеть высокого давления (0,6 – 1,2 Мпа);

Следует иметь в виду, что при понижении давления потребуются большие диаметры газопроводов, а соответственно, увеличивается металлоемкость ГТС.

По принципу построения следует принимать в проектах смешанные (закольцованные – тупиковые) сети [4]. Кольцевые сети представляют собой систему замкнутых газопроводов, благодаря чему достигается более равномерный режим давления газа во всех узлах ГТС и облегчаются различные ремонтные и эксплуатационные работы на газопроводах. Недостаток кольцевой сети, большая протяженность газопроводов (по сравнению с тупиковой), а в связи с этим – большие затраты на строительство. Компенсируется это тем, что при выходе из строя какого-либо газопровода газ поступает на ГСРП по другим газопроводам. В этом случае обеспечивается непрерывность подачи газа на утилизацию и функционирование всей замкнутой системы.

Положительным свойством кольцевых сетей является повышение оперативности в ликвидации аварийных ситуаций. Отказ линейного участка в тупиковой газовой сети приводит к значительным ущербам вследствие прямых потерь газа, изменения режимов функционирования сети, возникновения дефицита газа в системе и, наконец, самое нежелательное – взрыв аэрозольной смеси со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Процесс разработки проекта ГТС должен предусматривать ряд этапов: определение оптимальных местоположений скважин по отношению к очистным лавам и усредненных параметров каптируемого газа; определение мест установки системы когенерации и разделения газов и АГНКС; трассировка кольцевой сети с учетом различных режимов, включая аварийные; гидравлический расчет потокораспределения, цель которого определить различные режимы работы скважин, обеспечивающих основное назначение сети при минимальных энергетических затратах; параметрическая оптимизация систем добычи и транспортировки газа по критерию капитальных и эксплуатационных затрат; тестирование выбранного варианта сети в различных режимах функционирования и в условиях возникновения различных нештатных ситуаций с помощью цифрового графического моделирования газовых сетей.

Система газоснабжения может быть надежной и экономичной при правильном выборе трасс для прокладки газопроводов с учетом подработки земной поверхности подземными выработками. Главным требованием, предъявляемым к системе ГТС и вместе с тем наиболее трудно выполняемым, является поддержание давления газа у газоиспользующего оборудования на заданном оптимальном значении при произвольных изменениях расхода в сети в широких пределах.

Газосмесительный регулирующий пункт является конечным объектом ГТС. На вход его поступает метан высокой концентрации ($N_{вк}$ ((90–100 %) CH_4), добываемый поверхностными скважинами и метан низкой концентрации ($N_{нк}$ (10–25%) CH_4), добываемый подземными скважинами, в котором в избытке содержится азот.

Для того, чтобы использовать выходной продукт ГСРП ($F_{ск}$ см. рис.1) в качестве топливного газа, он должен иметь не менее 25 объемных процентов CH_4 . Ввиду этого возникает потребность в подготовке данного газа угольных пластов до показателей, позволяющих использовать его в качестве топлива для:

- газопоршневых электростанций;
- газотурбинных электростанций;
- котельных для подогрева воды и отопления бытовых помещений.

В проекте ГСРП должен быть предусмотрен регулятор средней концентрации топливного газа ($F_{ск}$), на вход которого должны подаваться газовая смесь низкой концентрации $N_{нк}$ и через регулирующий орган – метан высокой концентрации ($N_{вк}$ ((90–100%) CH_4). При выборе типа регулятора следует ориентироваться на регулятор релейного типа с положительным гистерезисом и зоной нечувствительности 5 % CH_4 .

Надежное и устойчивое функционирование системы утилизации невозможно без надежной работы регулирующей, предохранительно – запорной арматуры и оборудования. Первым и основным условием устойчивой и безопасной работы системы утилизации газа является обеспечение постоянного давления; второе условие — предохранение от возможного повышения или понижения допустимых значений давления газа перед когенерационной установкой АГНКС. В соответствии с этими условиями в ГСРП должны входить элементы:

1) регуляторы давления, понижающие давление газа и автоматически поддерживающие его на заданном уровне независимо от изменений расхода и входного давления;

2) предохранительный запорный клапан, прекращающий подачу газа при аварийных повышениях и понижениях давления газа после регулятора сверх заданных пределов;

3) предохранительное сбросное устройство, предотвращающее повышение давления газа после регулятора для исключения ложного срабатывания предохранительного запорного клапана. Обычно это наблюдается в системе при переходных режимах или отсутствии потреблений газа и при протечках газа через закрытый клапан регулятора давления;

4) фильтр для очистки газа от механических примесей.

Выбор регуляторов следует производить из распространенных в газовых хозяйствах страны регуляторов. Прежде чем приступить к выбору регулятора давления газа, следует установить:

- 1) с какой точностью необходимо поддерживать давление газа в контролируемой точке;
- 2) тип объекта регулирования;
- 3) максимальный и минимальный отбор газа, м³/ч;
- 4) максимальное и минимальное входное и выходное давление, Мпа;
- 6) необходимость полной герметичности закрытия клапана регулятора давления газа;
- 7) максимально допустимое отклонение регулируемого давления и время переходного процесса регулирования.

При подаче газа к потребителям следует применять регуляторы релейного типа с положительным гистерезисом и зоной нечувствительности 0,5 % P_{max} . В ГСРП следует предусматривать систему продувочных и сбросных трубопроводов, обеспечивающих удаление воздуха из газопроводов, а также очистку их внутренней полости. Необходимость устройства молниезащиты ГСРП в отдельно стоящих зданиях и контейнерах (блоках) должна определяться в соответствии с требованиями РД 34.21.122. Категория молниезащиты для этих ГСРП — II.

Эффективность транспортировки метано-воздушной смеси (МВС) от скважин на поверхность зависит от технического состояния дегазационных трубопроводов, их загрязненности, топологических особенностей газопроводной сети, горно-геологических условий и мощности используемых вакуум-насосов. В частности наличие местных отложений в участковых трубопроводах (скопления пыли и конденсата) приводят к уменьшению их проходных сечений и возникновению дополнительных потерь давления [5]. Это приводит к возрастанию энергозатрат на транспортировку метано-воздушной смеси (МВС).

Существующие методики расчета пропускной способности трубопроводов не в полной мере учитывают фактор их загрязненности твердыми и жидкими компонентами [5]. В ИГТМ НАН Украины разработана обобщенная методика расчета параметров транспортировки МВС по дегазационным трубопроводам с учетом фактора их загрязненности. Суть методики заключается в следующем.

1. Проводится анализ схемы шахтной дегазационной системы и данных о ее работе. На основании проведенного анализа выявляются загрязненные участки сети с повышенным аэродинамическим сопротивлением.

2. По известным данным о величине разряжения во входных патрубках вакуум-насосов определяется величина разрежения и абсолютное давление МВС в начальных сечениях участковых трубопроводов;

3. На основании экспериментальных данных о расходе МВС и концентрации метана в дегазационных скважинах определяется дебит и концентрация метана, а также расход МВС в начальных сечениях участковых трубопроводов.

5. Параллельные участки сети, а также последовательные соединения тру-

бюпроводов различного диаметра заменяются эквивалентными участками.

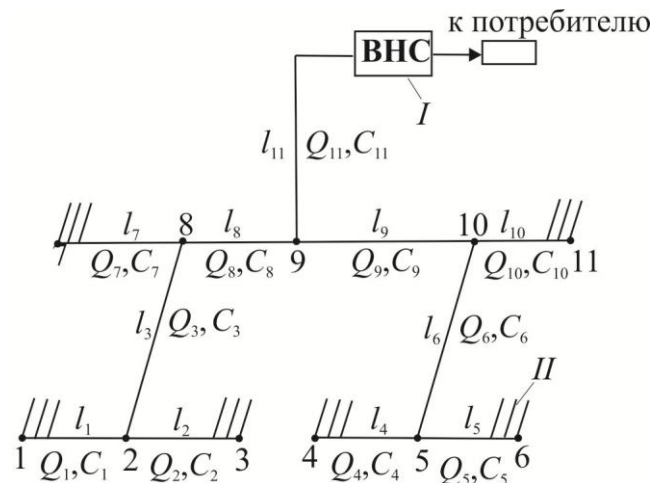
4. Находится абсолютное давление и расход МВС, а также концентрация метана в конечных сечениях участков трубопроводов.

5. Определяется расход МВС и концентрация метана в узлах сети.

6. Строятся расходные характеристики расхода МВС и дебита метана от абсолютного давления в конечном сечении участков сети.

7. На основании анализа расходных характеристик осуществляется выбор рациональных параметров шахтной дегазационной системы.

На рис. 2 представлена упрощенная схема системы трубопроводов шахтной дегазационной системы



1,2,...,11 – узлы сети; l_1, l_2, \dots, l_{11} – длины ветвей; Q_1, Q_2, \dots, Q_{11} – расходы МВС, м³/с;
 C_1, C_2, \dots, C_{11} – концентрации метана, д.е.; I – вакуум-насосная станция (ВНС);
 II – дегазационные скважины

Рисунок 2 – Схема трубопроводов шахтной дегазационной системы

Абсолютное давление и расход МВС в начальном сечении участка сети определяются по формулам:

$$p_{n,i} = p_{k,i-1} = p_a - B_{n,i}; \tag{1}$$

$$Q_{n,i} = Q_{k,i-1} = I_{n,i} C_{n,i}^{-1}, \tag{2}$$

где i – номер участка; $I_{n,i}$ – суммарный дебит метана, каптируемого скважинами, м³/с; p_a – барометрическое давление в выработке, Па; $B_{n,i}$ – величина разряжения в начальном сечении, Па; $C_{n,i}$ – концентрация метана в начальном сечении, д.е..

При последовательном соединении двух трубопроводов с внутренними диаметрами d_{i-1}, d_i и длинами l_{i-1}, l_i эквивалентная длина участка трубопровода принимается равной сумме этих длин, а величина эквивалентного диаметра определяться как

$$d_s = \left[\frac{(d_{i-1}d_i)^a \cdot (l_{i-1} + l_i)}{l_{i-1}d_i^a + l_id_{i-1}^a} \right]^b, \quad (3)$$

где a, b – числовые коэффициенты.

В случае параллельного соединения двух участков эквивалентный диаметр трубопровода определяются из выражения

$$d_s = 2,67 \sqrt{(d_{i-1} + d_i)^{2,67}}. \quad (4)$$

Абсолютное давление в конечном сечении участка сети [6]

$$p_{k,i}^2 = (p_{n,i}^2 - 1,62k_i\rho_iQ_i^2d_i^{-4}\xi_0p_{n,i}), \quad (5)$$

где k_i – коэффициент, учитывающий разность высотных отметок трубопровода; Q_i – расход МВС, м³/с; d_i – внутренний диаметр трубопровода, м; ρ_i – плотность МВС, кг/м³; ξ_0 – общий коэффициент гидравлического сопротивления.

Среднюю величину абсолютного давления на участке сети можно определить по формуле

$$p_i = 0,5(2p_{k,i-1} + h_i), \quad (6)$$

где h_i – депрессия участка, Па.

На участках сети со скоплениями конденсата и пыли величину коэффициента сопротивления трения ξ_i и местного гидравлического сопротивления ζ_i можно оценить по формулам [7, 8]:

$$\xi_i \approx 0,11 \left(k_z \bar{\Delta}_i + \frac{68}{Re_i} \right)^{0,25} \frac{L_i}{d_i}; \quad (7)$$

$$\zeta_i \approx E_1 E_2 (1 - S_0 / 0,25\pi d_i^2), \quad (8)$$

где $\bar{\Delta}_i$ – относительная шероховатость стенок трубопровода, м; Re_i – число Рейнольдса; k_z – поправочный коэффициент, учитывающий характер загрязненности поверхности, м; $E_1; E_2$ – числовые параметры; S_0 – площадь проходного сечения трубопровода в месте скопления, м².

Расход МВС и концентрация метана в конечном сечении участка сети определяются как:

$$Q_{k,i} = Q_{n,i} + \Delta_{\Sigma,i}; \quad (9)$$

$$C_{k,i} = I_{n,\Sigma} Q_{k,i}^{-1}, \quad (10)$$

где $\Delta Q_{\Sigma,i}$ – суммарные притечки воздуха, м³/с.

Концентрация метана в узле сети при подводе МВС

$$C_N = Q_N \left(\sum_{i=1}^m I_i \right)^{-1} = \sum_{i=1}^m Q_i \left(\sum_{i=1}^m I_i \right)^{-1} = \sum_{i=1}^m C_i, \quad (11)$$

где $N = 1, 2, \dots, p$ – номер узла; p – число узлов; $i = 1, 2, \dots, m$ – номера ветвей входящих в узел; m – число ветвей; Q_N – расход МВС в узле сети, м³/с; Q_i, I_i – расход МВС и дебит метана соответственно во входящих ветвях, м³/с; C_i – концентрация метана во входящих ветвях, м³/с.

При отводе из узла сети расход МВС в ветвях определяются как

$$Q_k = \frac{Q_N}{\sum_{j=1}^n R_k R_j^{-1}}, \quad (12)$$

где $k = 1, 2, \dots, n$ – номер расчетной ветви; n – число ветвей; $j = 1, 2, \dots, n$ – номера ветвей выходящих из узла; R_k – аэродинамическое сопротивление k – той ветви, Н·с²/м⁸.

ВЫВОДЫ

1. Разработана структура, определен состав, обоснованы функции и требования к параметрам системы добычи, транспортирования и утилизации метана, способствующей повышению производительности очистных забоев.

2. Обоснованы требования к функциям и параметрам газорегуляторных пунктов подготовки газа к транспортированию, поверхностной газотранспортной системе, пункту смешения и регулирования газоздушнoй смеси, подаваемой на утилизацию.

3. При выборе рациональных параметров шахтных дегазационных систем необходимо учитывать топологические особенности газопроводной сети и степень загрязненности ее участков (разработанная ИГТМ НАН Украины методика рекомендуется к рассмотрению заинтересованными организациями угольной промышленности Украины).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 34.602–89. «Информационная технология. Техническое задание на создание автоматизированной системы».

2. Макогон, Ю.Ф. Газовые гидраты, предупреждение их образования и использование / Ю.Ф. Макогон. – М., Недра, 1985 – 232 с.

3. Технологічний регламент Пролетарського ПСГ «Установка відбору і підготовки газу до транспортування на Пролетарському ПСГ».

4. Дудолад, А.С. Комплексный подход к развитию, повышению безопасности и эффективности систем газоснабжения г.Харькова / А.С. Дудолад, В.С. Седак // Проблемы реализации реформирования отрасли жилищно–коммунального хозяйства. – Х., ХДАМГ, 2003.– С.9–12.

5. Новиков, Л.А. Влияние дисперсной фазы на гидравлическое сопротивление участковых дега-

зационных трубопроводов / Л.А. Новиков // Геотехническая механика: межвед. сб. науч. тр. / Ин-т геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины. – Днепропетровск, 2014. – Вып. 114. – С. 154-161.

6. Новиков, Л.А. Газодинамика обводненных участков дегазационного трубопровода и методы расчета их параметров / Л.А. Новиков // Геотехническая механика: межвед. сб. науч. тр. / Ин-т геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины. – Днепропетровск, 2015. – Вып. 120. – С. 234-243.

7. Расчет вакуума и выбор вакуум-насоса вакуум-насосной станции шахтной дегазации / К. Бакхаус, И.А. Ященко, В.И. Орлов, В.В. Касьянов // Уголь Украины. – 2012. - №5. – С. 20-25.

8. Гусак, В.В. Регулирование шахтной водоотливной установки впуском воздуха во всасывающий трубопровод / В.В. Гусак, В.И. Мизерный // Материалы XI Международной научно-технической студенческой конференции «Механика жидкости и газа», 28-30 ноября 2012 г. – Донецк: ДонНТУ, 2012. – С. 19-25.

REFERENCES

1. GOST 34.602–89. «Information technology. Technical requirement concerning creation of computer-aided system», Moscow, SU.

2. Makagon, Yu. F. (1985), *Gazoviye gidraty, preduprezhdeniye ikh obrazovaniya I ispolzovaniye* [Gas hydrates, prevention of their formation and application], Nedra, Moscow, SU.

3. Process installation of Proletarskiy UGS «Procedure to chose and prepare gas transportation of Proletarskiy UGS».

4. Dudolad, A.S. and Sedak, V.S. (2003), «Complex approach to the development, increase of reliability and efficiency of Kharkov gas supply system», *Problems of implementing reforms of housing and public utilities*, Kharkov, XDAMG, pp. –12.

5. Novikov, L.A. (2003), “Impact of disperse phase on hydraulic resistance of district degassing pipelines”, *Geo-Technical Mechanics*, no. 114, pp. 154-161.

6. Novikov, L.A. (2015), “Gas dynamics flooded areas degassing pipeline and methods of calculation of parameters”, *Geo-Technical Mechanics*, no. 120, pp. 234-243.

7. Bakhaus, K., Yaschenko, I.A., Orlov and V.I., Kasyanov, V.V. (2012), “Calculation and selection of vacuum suction pump vacuum pumping station mine degassing”, *Coal of Ukraine*, no. 5, pp. 20-25.

8. Gusak, V.V. and Mizerniy, V.I. (2012), “Regulation of mine drainage installation of inlet air to the suction pipe line”, *Materialy XI Mezhdunarodnoy nauchno-technicheskoy studencheskoy konferentsii «Mekhanika zhidkosti I gaza»* [Materials of the XI International Scientific and Technical Student Conference “Fluid Mechanics”], Donetsk national technical university, Donetsk, 28-30 November, pp. 19-25.

Об авторах

Бокий Борис Всеволодович, доктор технических наук, старший научный сотрудник, заместитель генерального директора, Публичное акционерное общество «Шахта им. А.Ф. Засядько» (ПАО «Шахта им. А.Ф. Засядько»), Авдеевка, Украина.

Дудля Екатерина Евгеньевна, аспирант кафедры «Транспортных систем и технологий», Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», Днепропетровск, Украина.

Новиков Леонид Андреевич, младший научный сотрудник в отделе проблем разработки месторождений на больших глубинах, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАН Украины), Днепропетровск, Украина, lnov71@yandex.ru

About the authors

Bokiy Boris Vsevolodovich, Doctor of Technical Sciences (D.Sc.), Senior Researcher, Deputy Director General of Public Joint Stock Company «A.F. Zasjadko Mine» (PJSC «A.F. Zasjadko Mine»), Avdeevka, Ukraine.

Dudlya Yekatherina Yevgenyevna, Doctoral Student of the Transport System and Technology Department of the State Higher Educational Establishment “National Mining University”, Dnepropetrovsk, Ukraine, dsn1609@ua.fm

Novikov Leonid Andreyevich, Master of Science, Junior Researcher in Department of Mineral Mining

Анотація: Розглянуто питання підвищення продуктивності очисних вибоїв та видобутку метану вугільних родовищ за допомогою поверхневих дегазаційних свердловин і газотранспортної системи.

Розроблено структуру, визначено склад, обґрунтовано функції і вимоги до параметрів системи видобутку транспортування та утилізації метану. Для кількісної оцінки ефективності її роботи обґрунтовано вихідні параметри блоків цієї системи, а також їх керуючі функції, обрані регулятори для реалізації цих функцій, а також розглянуті вимоги до функцій і параметрів газорегуляторних пунктів підготовки газу до транспортування, поверхневої газотранспортної системи, пункту змішування і регулювання газоповітряної суміші.

Ключові слова: метан, свердловина, газотранспортна система

Abstract: Problems of increasing a stope productivity and methane recovery from the coal deposits by means of surface degasification wells and gas transport system are considered.

The parameter structure and composition were developed, and functions and requirements were specified and validated for the methane recovery, transport and utilization system. For the purpose of the system quantitative evaluation, output parameters of the system blocks and their control functions were specified, and regulating devices were chosen for implementation of these functions, as well as requirements to the: functions and parameters of the gas control units, which prepared gas for further transporting to the surface; surface gas transport system; and area for mixing and regulating gas-air mixture were substantiated.

Keywords: methane, well, gas transport system

Стаття поступила в редакцію 22.11.2015

Рекомендовано к печати д-ром техн. наук Т.В. Бунько