

**ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА**

УДК 622.817.4

**В. К. КОСТЕНКО**<sup>1</sup>(д-р техн. наук, проф.), **А. Б. БОКИЙ**<sup>1</sup> (аспірант),  
**В. С. БРИГИДА**<sup>2</sup> (аспірант), **Н. Н. ЗИНЧЕНКО**<sup>1</sup> (магістр)<sup>1</sup>Донецкий национальный технический университет<sup>2</sup>Донецкий научно-исследовательский угольный институт**АНАЛИЗ ФАКТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДЕГАЗАЦИОННЫХ СИСТЕМ  
УГОЛЬНЫХ ШАХТ УКРАИНЫ**

*В статье рассмотрена динамика состояния дегазационных систем на шахтах Украины. Приведены данные, которые показывают эффективность извлечения метана при существующем уровне добычи угля.*

*эффективность, динамика, дегазационные системы, угольные шахты, дебит метана*

*Введение.* Разрабатываемые угольные месторождения, сложенные газоносными пластами и слоями пород, являются угольно-газовыми [1]. Технология их разработки не всегда предусматривает оптимальное совмещение технических решений по добычи угля и извлечению метана средствами дегазации. Совершенствование дегазационных систем шахт с целью повышения эффективности их использования (увеличения дебита и концентрации извлекаемого метана) является актуальной задачей не только угледобычи, но и экологии. Недостаточный уровень извлечения и утилизации метана определяет ухудшение экологической обстановки в угледобывающих регионах, так как метан в 20 раз активнее диоксида углерода участвует в парниковом эффекте.

Уровень выделения метана в дегазационные скважины неравномерен во времени. Эта неравномерность во многом зависит от величины среднесуточной нагрузки на очистной забой и развития горных работ в шахтном поле. В связи с этим необходимо периодически анализировать дегазационные системы шахт Украины для оперативного управления основных элементов этих систем.

Из 107 шахт Украины, отрабатывающих газоносные угольные пласты, 44 имеют действующие дегазационные системы. На этих шахтах в работе находится 92 выемочных участка, из которых 71 отрабатывается с применением дегазации. Причем на 20-ти шахтах, применяющих дегазацию (45,5% их общего количества) действует по одному выемочному участку, и лишь 12 шахт (27,5 %) имеют более 2-х выемочных участков.

Газоносность отрабатываемых пластов колеблется в очень широких пределах и составляет от 6 (шахта «Белореченская») до 40 м<sup>3</sup>/т.с.б.м. (шахта им. Кирова). Абсолютное метановыделение шахт составляет от 3,83 (шахта «Родинская») до 311,0 м<sup>3</sup>/мин (шахта «Красноармейская-Западная №1»), при средней величине для этих шахт равной 44,3 м<sup>3</sup>/мин.

*Актуальность.* Около 36 шахт могут служить потенциальными источниками шахтного метана, кондиции которых достаточны для выработки из него тепловой и электрической энергии. Общий дебит метана всех шахт с дегазацией составляет 1,02 млрд. м<sup>3</sup>/год. Дегазацией отводится в среднем 30% метана (от 2% на шахте «Северная» до 52% на шахте им. А.Ф.Засядько), а утилизируется менее 10% от этого объема. Очень важно выяснить реальное положение дел на шахтах, осуществляющих дегазацию.

*Цель.* Выявление тенденции развития дегазационных систем шахт (различных форм собственности) для снижения негативного воздействия на биосферу.

*Основные задачи* – повышение эффективности и полноты использования извлекаемого метана; выявление потребностей шахт в оборудовании, приборах, материалах и запорной аппаратуре, необходимых для нормального функционирования дегазационных систем.

*Изложение материала и результаты.* Оценка технического состояния дегазационных систем шахт выполнена по основным составляющим дегазационных систем, к которым относятся:

- вакуум-насосные станции (ВНС);
- дегазационные скважины;
- дегазационные газопроводы;
- система контроля и управления дегазационным процессом;
- буровое оборудование.

Объектами исследования были выбраны 42 шахты, представившие полные данные (табл. 1-2).

Таблица 1 – Перечень частных шахт (ЧШ)

Номер	Название шахты
1	«Красноармейская Западная №1»
2	«Комсомолец Донбасса»
3	«Белореченская»
4	«Молодогвардейская»
5	«Ореховская»
6	«Таловская»
7	им. Н.П. Баракова
8	«Самсоновская Западная»
9	«Степова»
10	«Белозерская»
11	им. Чапаева
12	«Западно – Донбасская»
13	«Суходольская Восточная»

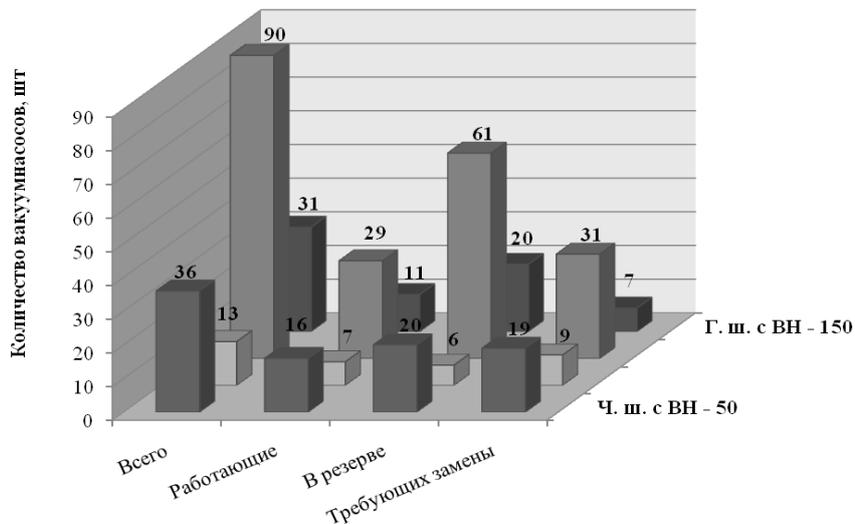
Таблица 2 – Перечень государственных шахт (ГШ)

Номер	Название	Номер	Название
1	«Южнодонбасская №3»	16	«Новодонецкая»
2	им. А.А. Скочинского	17	им. А.Г. Стаханова
3	им. М.И. Калинина	18	«Вергелевская»
4	им. В.М. Бажанова	19	«Фашцевская»
5	«Холодная Балка»	20	«Хрустальская»
6	им. В.И. Ленина	21	«Иловайская»
7	«Бутовская»	22	«Лутугинская»
8	«Чайкино»	23	им. 19 съезда
9	им. С.М. Кирова	24	«Никанор – Новая»
10	«Ясиновская Глубокая»	25	«Рассвет» (с)
11	«Северная»	26	«Южнодонбасская № 1» (с)
12	«Калиновская Восточная»	27	«Краснолиманская» (с)
13	«Добропольская»	28	«№ 22 Коммунарская»(с)
14	«Алмазная»	29	«Щегловская Глубокая»(с)
15	«Родинская»		

(с) – Самостоятельные шахты, относящиеся к Министерству угольной промышленности Украины

Данные по вакуум-насосным станциям представлены на (рис. 1). Анализ работы вакуум-насосных станций показал, что шахты Украины обладают достаточным парком вакуум-насосов для транспортирования, извлекаемой дегазацией, метановоздушной смеси. Об этом свидетельствует тот факт, что количество одновременно работающих насосов значительно меньше числа находящихся в

резерве. На практике применяют 7 типов вакуум-насосов (ВН), производительность которых



составляет 50-150 м<sup>3</sup>/мин.

Рисунок 1 – Характеристика ВН (13-ти частных и 29-ти ГШ): ГШ с Вн – 150 (50) - вакуум-насосы находящиеся на государственных шахтах производительностью 150 (50) м<sup>3</sup>/мин; ЧШ с Вн – 150 (50) - вакуум-насосы находящиеся на частных шахтах производительностью 150 (50) м<sup>3</sup>/мин.

Из 49 вакуум-насосов, установленных на 13-ти частных шахтах, 36 ед. имеют производительность 50 м<sup>3</sup>/мин и 13 ед. - 150 м<sup>3</sup>/мин. На 29-ти шахтах находящихся в государственной собственности (ГШ) имеется 121 вакуум-насос, из них 90 ед. имеют производительность 50 м<sup>3</sup>/мин и 31 ед. - 150 м<sup>3</sup>/мин.

Коэффициент вооруженности насосами для каждой ГШ – 3,1 (50 м<sup>3</sup>/мин) и 0,9 (150 м<sup>3</sup>/мин.), для ЧШ – 2,8 и 1 соответственно. Следовательно, среднее количество имеющихся на шахтах насосов для государственных и частных шахт одинаково. Количество неисправных или требующих замены единиц: для всех ГШ. – 34% (от общего количества с производительностью 50 м<sup>3</sup>/мин) и 23% (150 м<sup>3</sup>/мин.), для частных шахт – 53% и 66% соответственно. Производительность ВН представлена на (рис. 2).

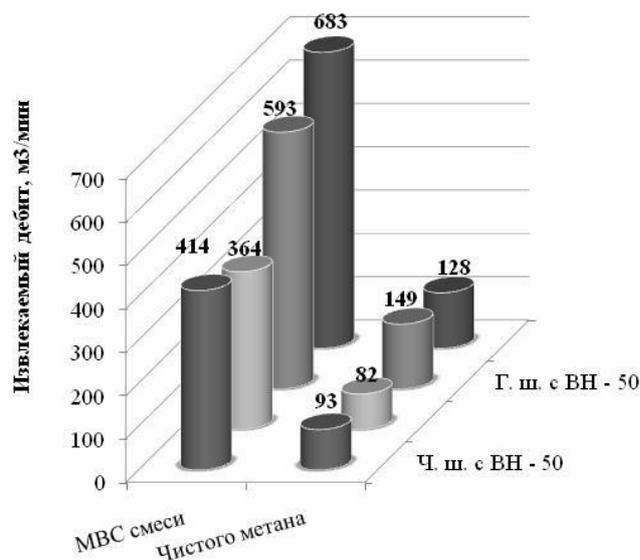


Рисунок 2 – Продуктивность ВН (13-ти частных и 29-ти ГШ): обозначения тоже, как и для (рис. 1)

Действующими ВН с помощью дегазации удаляется 2054 м<sup>3</sup>/мин метановоздушной смеси (МВС): ГШ – 1276 м<sup>3</sup>/мин и ЧШ – 778 м<sup>3</sup>/мин; или в среднем 32 м<sup>3</sup>/мин и 34 м<sup>3</sup>/мин соответственно на каждый рабочий насос. Т.е. средний объем извлечения метановоздушной смеси, каждым работающим вакуум-насосом, для ГШ и ЧШ приблизительно одинаковы.

Количество откачиваемого чистого метана составляет 453 м<sup>3</sup>/мин: ГШ – 278 м<sup>3</sup>/мин и частными шахтами – 175 м<sup>3</sup>/мин; или в среднем 6,9 м<sup>3</sup>/мин и 7,6 м<sup>3</sup>/мин соответственно на каждый рабочий насос.

Шахтные дегазационные системы располагают различными по сложности дегазационными сетями, проложенные из стальных труб различного диаметра. Данные представлены на (рис. 3-4).

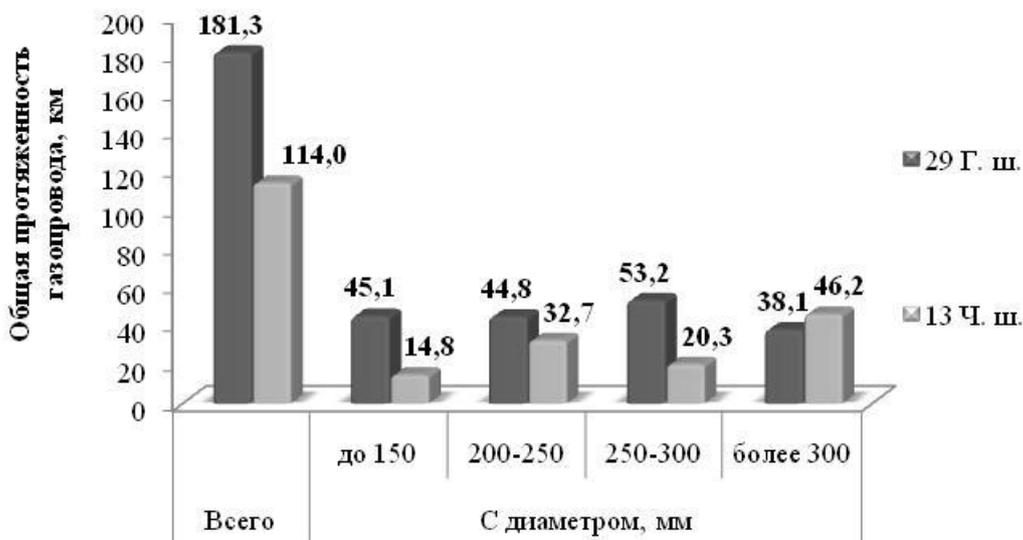


Рисунок 3 – Протяженность дегазационной сети

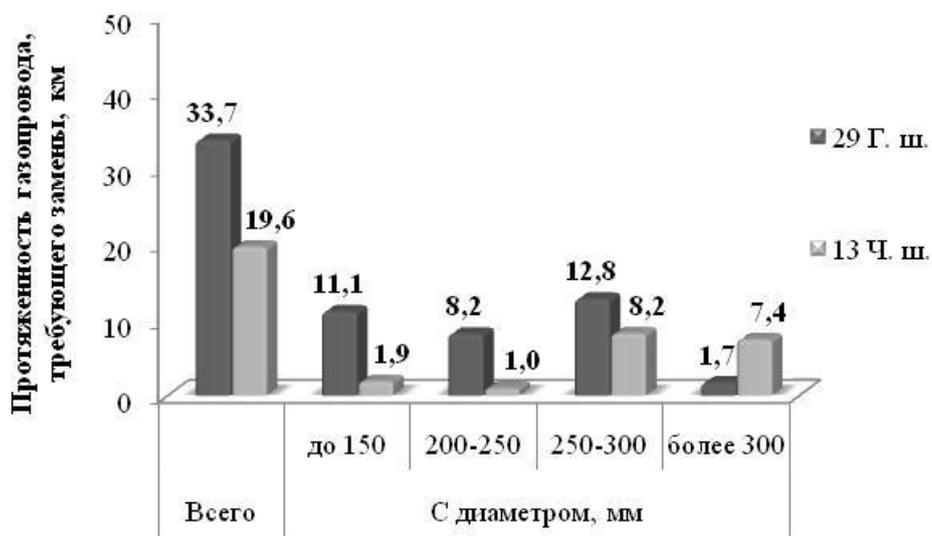


Рисунок 4 – Протяженность сетей требующих ремонта

На 59% общего числа шахт дегазационные сети представлены однолинейными системами, соединяющими дегазационные скважины выемочных участков с вакуум-насосными станциями.

Общая протяженность трубопроводов шахтных дегазационных сетей составляет 295 км: для 29 ГШ – 181 км, и для 13 ЧШ – 114 км; 6,2 и 8,8 км в среднем приходится на каждую шахту.

Часть трубопроводов дегазационных сетей изношена в течение длительной их эксплуатации, что привело к росту аэродинамического сопротивления и подсосов воздуха в них. Общая про-

тяженность газопроводов подлежащих замене составляет: для 29 ГШ – 34 км и для 13 ЧШ – 20 км, или 18,8 % и 17% от их общей протяженности.

Замена изношенных трубопроводов позволит снизить потери вакуума на пути транспортирования метановоздушной смеси, подсосы воздуха в трубопроводы и, тем самым, увеличит дебит извлекаемого метана.

Существенным негативным фактором, при транспортировании газа по дегазационным трубопроводам является образование кристаллов газовых гидратов. Газовые гидраты (также гидраты природных газов или клатраты) – кристаллические соединения, образующиеся при определенных термобарических условиях из воды и газа. Отлагаясь на стеках труб, они резко уменьшают их пропускную способность. Для борьбы с образованием гидратов в трубопроводы вводят различные ингибиторы (метиловый спирт, гликоли, 30%-й раствор  $\text{CaCl}_2$ ), а также поддерживают температуры потока газа выше температуры гидратообразования с помощью подогревателей, теплоизоляции трубопроводов и подбора режима эксплуатации, обеспечивающего максимальную температуру газового потока. Для предупреждения гидратообразования а магистральных газопроводах наиболее эффективна газоосушка – очистка газа от паров воды.

Бурение дегазационных скважин на шахтах Украины осуществляется буровыми станками шести типов (рис. 5).

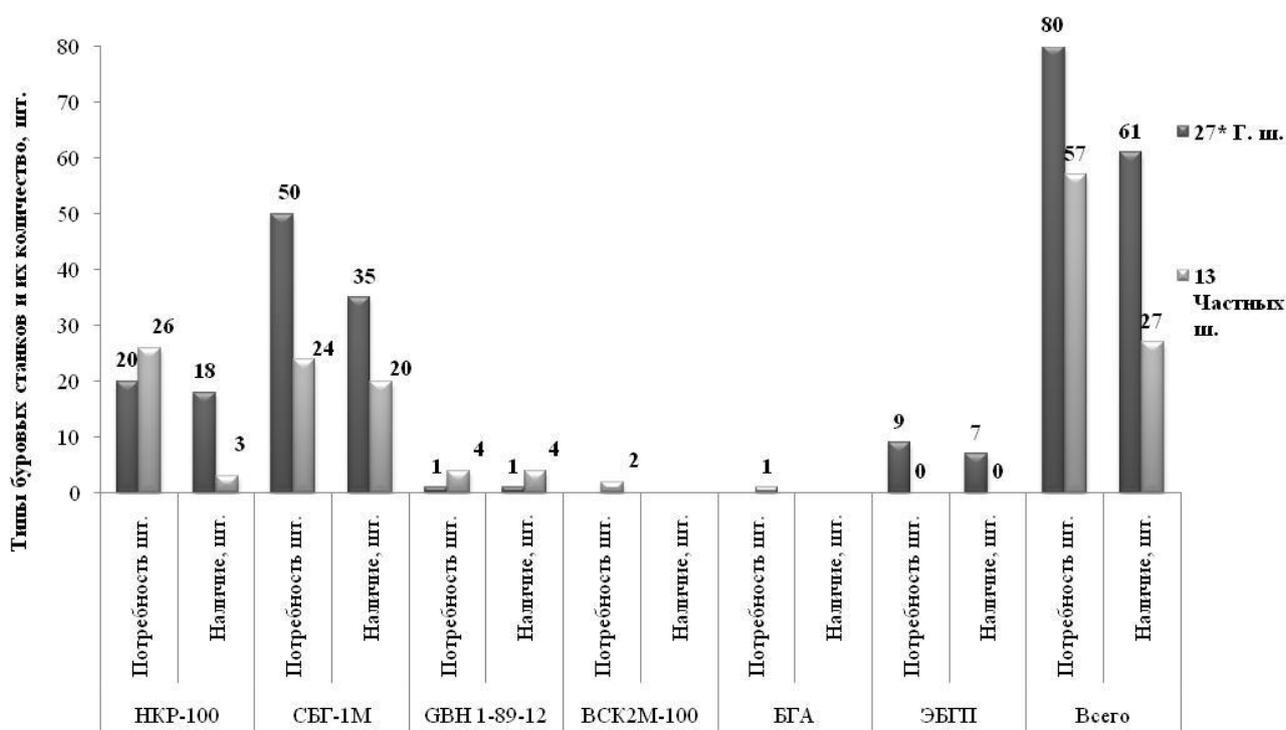


Рисунок. 5 – Распределение буровых станков: 27 ГШ – без учета данных по шахтам «Новодонецкая» и «Вергелевская»

Всего на государственных и частных шахтах насчитывается 61 и 27 буровых станка. В процентном отношении они распределены следующим образом: НКР-100 – 18 для ГШ и 3 для ЧШ (30% и 11%); СБГ-1М – 35 и 24 шт. (57% и 74%), ГВН – 1 и 4 шт. (2% и 15%); ВСК2М-100 – 0 и 0 шт.; БГА – 0 и 0 шт. и ЭБГП – 7 и 0 шт. (11% и 0%).

Большая часть буровых станков выработали свой ресурс. Требуют замены или необходимо докупить 80 и 57 дополнительных станков: НКР-100 – 20 для ГШ и 26 для ЧШ (25% и 46%); СБГ-1М – 50 и 24 шт. (63% и 42%), ГВН – 1 и 4 шт. (1,3% и 7%); ВСК2М-100 – 0 и 2 шт. (0% и 3,5%); БГА – 0 и 1 шт. (0% и 1,8%) и ЭБГП – 11,3 и 0 шт. (100% и 0%). Используемые на шахтах станки, по своему классу относятся к легким (кроме СБГ-1М и БГА – средний класс, тяжелый класс вообще не представлен). Они не позволяют обеспечить бурение протяженных скважин с большим диаметром (132 мм).

Большая часть используемых буровых станков (65%) выработали свой ресурс и требуют замены. В связи с этим, в дальнейшем не представляется возможным повышать эффективность дегазации. Замена буровой техники на целом ряде шахт, за счет собственных средств, практически невозможна вследствие высокой стоимости заменяемого оборудования.

Для оперативного управления работой отдельных дегазационных скважин, своевременного регулирования включения их в работу и выведения из нее, а также контроля над объемами и качеством извлекаемой метановоздушной смеси на выемочных участках в участковых и магистральных газопроводах необходима контрольно-измерительная аппаратура и регулировочно-запорная арматура. Перечень имеющейся и необходимой контрольно-измерительной аппаратуры представлен на (рис. 6).

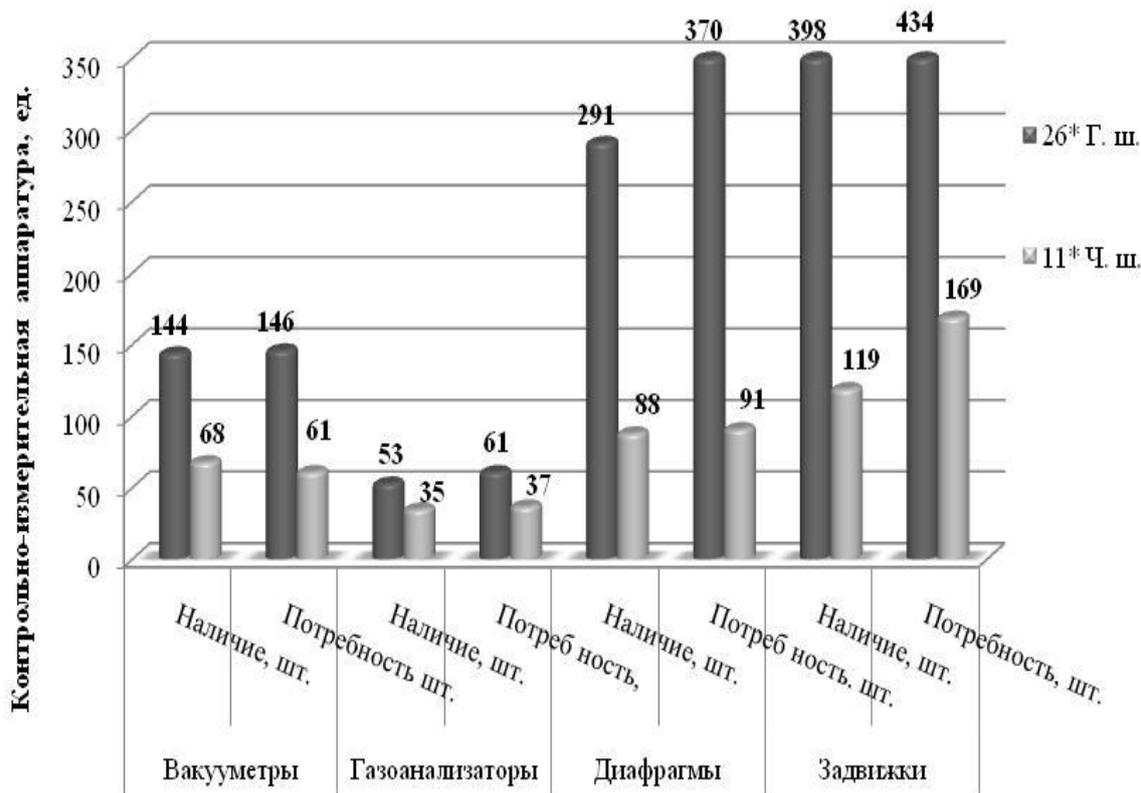


Рисунок 6 – Перечень контрольно-измерительной аппаратуры: 11 ЧШ – без учета данных по шахтам «Белореченская» и «Западно-Донбасская»; 26 ГШ – без учета данных по шахтам «Рассвет», «Фашевская» и «Хрустальская»

Значительная нехватка диафрагм и задвижек свидетельствует о том, что на ряде шахт контроль над работой скважин не ведется.

Общие результаты работы оцениваются по величине дебита и концентрации метана на ВНС. Поэтому необходимо сконцентрировать внимание на двух основных критериях эффективности работы служб дегазации: объема каптированного метана с погонного метра скважины и отношение объемов используемого газа к величине извлекаемого газа.

Качество ведения дегазационных работ определяется двумя основными показателями – удельной длиной дегазационных скважин (отношение суммарной длины дегазационных скважин на выемочном участке к длине обрабатываемого столба) и производительность 1 погонного метра скважины (отношение годового объема каптажа метана на выемочном участке к суммарному годовому объему бурения). Сведения об объемах бурения скважин и качество их работы представлены в (таб. 3).

Таблица 3 – Технические показатели работы скважин

Критерии сравнения	Объем бурения скважин (М <sub>с</sub> ), м/год	Удельная длина скважин, М <sub>с</sub> /М <sub>п</sub>	Количество каптируемого метана (К), млн.м <sup>3</sup> /год	Объем каптируемого метана с 1 м/п дегазационной скважины, К/М <sub>с</sub> , млн.м <sup>3</sup> /м
12* Частных шахт				
Суммарно по шахтам	39388	129	91401840	26389
24* Государственных шахт				
Суммарно по шахтам	41858	137	135972720	113437
12* Частных шахт				
В среднем на одну шахту	3282	11	7616820	2199
27* Государственных шахт				
В среднем на одну шахту	1744	6	5665530	4727

12 ЧШ – без учета данных по ш. «Таловская» и 24 ГШ – без учета данных по ш. «Рассвет», «Вергелевская», «Родинская» и «Добропольская» «Южнодонбасская №1»

Средняя удельная, длина дегазационных скважин составляет: для 24 ГШ – 6, и для 12 ЧШ – 11. Средняя производительность 1 п/м скважины составляет: для 24 ГШ – 4727 млн.м<sup>3</sup>/м в год, и для 12 ЧШ – 2199 млн.м<sup>3</sup>/м в год.

На 7-ми (24%) из 29-ти государственных шахт, не выбрасывают добытый газ, используя его в качестве топлива для когенерационных установок. Для частных шахт этот показатель равен 15% (2 шахты из 12). Уровень использования извлеченного метана представлен в (таб. 4).

Таблица 4 – Эффективность использования метана, извлеченного средствами дегазации

Шахты	Объемы извлекаемого метана, м <sup>3</sup> /мин	Величина используемого метана, м <sup>3</sup> /мин	Уровень использования, %
Частные шахты			
«Красноармейская Западная № 1»	64,7	21,9	33,8
им. Н.П. Баракова	15,8	15,75	99,7
В среднем:			66,8
Государственные шахты			
«Холодная Балка»	10,5	10,5	100,0
им. М.И. Калинина	5,2	3	57,7
им. В.М. Бажанова	16	14,9	93,1
«Чайкино»	6,4	4,9	76,6
им. СМ. Кирова	11,5	11,5	100,0
«Краснолиманская»	68,1	16,5	24,2
«Щегловская Глубокая»	15,6	15,57	99,8
В среднем:			78,8

Для тех немногих государственных и частных шахт, на которых утилизируется шахтный метан, уровень его использования находился в пределах 78,8 и 66,8 %.

**Выводы.** Таким образом, проведенный анализ дегазационных систем свидетельствует о том, что в настоящее время дегазацией отводится от 0,2 (шахта «Северная») до 117,5 (шахта им. А.Ф.Засядько) м<sup>3</sup>/мин газа, что составляет только 300 млн. м<sup>3</sup>, что явно недостаточно. Хотя ресурсы выделяемого из всех шахт Украины оцениваются в 1,02 млрд. м<sup>3</sup> метана. Такой стратегически важный энергетический ресурс не используется в полной мере. Только 30 млн. м<sup>3</sup> сжигают в

котельных, а остальное количество газа выбрасывают в атмосферу. Недостаточно используют его потенциал для:

- превращения в электро и тепловую энергию;
- заправки автотранспорта;
- продажи метана потребителям.

В сложившейся ситуации государственные шахты заметно уступают частным по оснащенности техникой и оборудованием, организации труда и финансовыми возможностями. Проблемы повышения эффективности дегазации, для большинства государственных и немногих частных шахт остаются прежними:

- низкий уровень высокопроизводительных вакуум-насосов (150 м<sup>3</sup>/мин) - 30% и 28% от общего количества работающих насосов на ГШ и ЧШ;
- большая протяженность дегазационных сетей (6,2-8,8 км) и связанные с этим проблемы утечек и высокие сопротивления сети;
- морально устаревшие буровые станки легких типов (около 98%) не позволяют повысить эффективность извлечения метана;
- нехватка контрольно-измерительной аппаратуры для оперативного управления работой отдельных дегазационных скважин и др.

При всех этих проблемах средняя производительность 1 погонного метра скважины составляет 2199 - 4727 млн. м<sup>3</sup>/м в год.

В подавляющем большинстве случаев кооперация государственных шахт с частными предприятиями занимающимися добычей шахтного метана неосуществима на практике. В виду действия закона о разделении форм собственности, что ограничивает перспективы использования внешних инвестиций на шахты подчиненные министерству угольной промышленности. Поэтому перспективы повышения эффективности дегазации следует в первую очередь ожидать на частных шахтах, потому что туда могут прийти инвесторы.

Необходим комплексный подход к этому вопросу (по примеру шахты им. А.Ф. Засядько). Нужно не просто повышать объемы каптажа метана, но и закупать средства для его утилизации – когенерационные установки. В них метановоздушная смесь (с концентрацией метана > 25%) [2] превращается сначала в механическую и тепловую энергию, а затем в электроэнергию. Тепловая энергия может идти на бытовые нужды шахты или продаваться населению (предприятиям). Электроэнергию можно использовать в собственных целях, что позволит снизить себестоимость добычи угля. Но для реализации таких проектов необходимы большие объемы капитальных вложений, которых нет на шахтах. Внешние же инвесторы пока не спешат вкладывать деньги в добычу метана.

#### Библиографический список:

1. Газоносность угольных месторождений Донбасса / [А. В. Анциферов, М.Г. Тиркель, М. Т. Хохлов и др.]. – К.: Наукова думка, 2004. – 233 с.
2. Дегазация угольных шахт. Требования к способам и схемы дегазации : СОУ 10.1.000174088.001:2004 – Офиц. изд. - К.: Минтопэнерго, 2004. – 162 с.
3. Мониторинг состояния дегазационных систем угольных шахт Украины: отчет про НИР (заключительный) / [В.Б. Грядущий, С.В. Балов, И.Е. Золотухин, Н.Н. Гатаулин и др.]. – Донецк: ДонУГИ, 2007. – 118 с. – № ДР 0107U005627. – Инв.№2 22050717000.

Надійшла до редакції 06.11.10

*В. К. Костенко, А. Б. Бокий, В. С. Бригіда, Н. Н. Зінченко*

#### **АНАЛІЗ ФАКТИЧНОГО СТАНУ ДЕГАЗАЦІЙНИХ СИСТЕМ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ УКРАЇНИ**

*У статті розглянуто динаміку стану систем дегазації на шахтах України. Наведені дані що вказують на ефективність видобутку метану при сучасному рівні видобутку вугілля.*

*ефективність, динаміка, дегазаційні системи, вугільні шахти, дебіт метану*

*V. Kostenko, A. Boki, V. Brigida, N. Zinchenko*

#### **ANALYSIS OF ACTUAL DEGASIFICATION SYSTEMS OF COAL MINES IN UKRAINE**

*The article considers the dynamics of degassing systems in Ukrainian mines. The data which show the efficiency of methane extraction (at the existent level of coal production) are provided.*

*efficiency, systems of degassing, dynamics, coal mine, output of methane*