

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И МЕРЫ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОВЕТРИВАНИЯ И ДЕГАЗАЦИИ ПЛАСТОВ-СПУТНИКОВ ШАХТЫ «ГЛУБОКАЯ» Ш/У «ДОНБАСС»

Шахта «Глубокая» ОАО ш/у «Донбасс» ГХК «Донуголь» отнесена к опасным по выбросам угля и газа, по взрывчатости угольной пыли и суфлярным выделениям метана. Относительная метанообильность составляет 85.7 м³/т.

Календарными планами разработка запасов на высокогазоносных пластах h₁₀, h₈, h₆ предусматривается соответственно до 2006, 2005, 2006 гг. Наиболее перспективным, с точки зрения разработки является пласт h₄. Дальнейшая отработка пласта h₆ маловероятна в связи с высоким содержанием серы и зольностью около 50%. Схема проветривания шахты – центрально-отнесенная, способ проветривания – всасывающий. Для проветривания шахты используются вентиляторы ВВД-30 и ВЦД 31.5. При отработке запасов используются схемы проветривания выемочных участков типа 1-В, 2-В, 3-В и 2-М /1/. На всех выемочных участках применяется дегазация подрабатываемых пластов-спутников.

На основе результатов замеров расхода воздуха в горных выработках, взятых из «Вентиляционного журнала» /2/, был произведен анализ состояния и установлены недостатки в проветривании объектов шахты. В качестве критерия использовался коэффициент обеспеченности воздухом K_{ОБ}, который определялся по выражению

$$K_{\text{ОБ}} = Q_{\text{ф}} / Q_{\text{р}},$$

где Q_ф, Q_р – фактический и расчетный расходы воздуха на обособленно проветриваемых объектах (выемочные участки, проходимые тупиковые выработки, вспомогательные поддерживаемые выработки, камеры) и путях утечек воздуха через поверхностные и подземные вентиляционные сооружения, м³/мин.

Установлено, что все выемочные участки и проходимые тупиковые выработки обеспечены расчетным расходом воздуха при планируемой эффективности дегазации спутников. Проходимые бортовые выработки 15 и 25 пласта h₄, имеют сверхнормативные расходы воздуха и коэффициент обеспеченности соответственно 1,63 и 1,61. Среди вспомогательных поддерживаемых выработок не обеспечены расчетным расходом воздуха конвейерный ходок заперевальной части пласта h₆, 4-я бортовая выработка пласта h₆ и квершлаг пласта h₆, коэффициенты обеспеченности воздухом которых соответственно 0.75, 0.93 и 0.91. Ряд камер и выработок имеют фактический расход воздуха в несколько раз превышающий расчетный: камера ожидания 2-х откаточных штреков заперевальной части пласта h₆ (K_{ОБ} = 2.07); коренной западный конвейерный штрек пласта h₆ за бункером с полевого вентиляционного штрека заперевальной части пласта h₆ (K_{ОБ} = 2.73); сбойка №1 пласта h₄ (K_{ОБ} = 3.1); штрек №1 пласта h₄ (K_{ОБ} = 2.86); вентиляционный ходок h₆ –

h_4 выше заезда на магистральный вентиляционный штрек пласта h_4 ($K_{OB} = 4.82$); холодильная камера 7-х конвейерных штрехов пласта h_{10} ($K_{OB} = 2.37$); погашаемый 7-й западный вентиляционный штрек пласта h_{10} ($K_{OB} = 1.68$); 7-я бортовая выработка пласта h_8 выше вентиляционного квершлага пласта h_8 ($K_{OB} 2.51$); лебедочная камера ходка для чистки зумпфа ($K_{OB} = 10.3$); вентиляционный квершлаг с пласта h_6 на пласт h_8 от 10-й бортовой выработки пласта h_6 до сбойки на 11-ю бортовую выработку ($K_{OB} = 3.04$); 12-я бортовая выработка пласта h_6 ($K_{OB} = 4.52$); 13-я бортовая выработка пласта h_6 ($K_{OB} = 4.43$); 10-я бортовая выработка пласта h_4 ($K_{OB} = 4.41$).

Значительно превышают расчетные величины утечки воздуха через вентиляционные сооружения в горных выработках ($K_{OB} = 3.49$). Внешние притечки воздуха близки к расчетным значениям.

Учитывая, что коэффициент обеспеченности воздухом обособленно проветриваемых объектов в среднем составляет 1,5 и в тоже время ряд вспомогательных выработок не обеспечен расчетным расходом воздуха, основным мероприятием по улучшению проветривания объектов шахты следует считать регулирование распределения поступающего в шахту воздуха. Для снижения расхода нерационально используемого свежего воздуха, возможно применение такой меры, как уменьшение подачи воздуха вентиляторами главного проветривания.

По данным контрольных измерений, взятых из документов шахты, был проведен анализ состояния дегазации пластов-спутников на шахте. Целью анализа являлось изучение эффективности дегазации пластов-спутников. Объектом исследований были дегазационные скважины и дегазационная сеть газопроводов по шахте. Для анализа работы дегазационных скважин были использованы данные из «Книги учета работы дегазационных скважин» /3/, а именно: разрежение в устье скважины; фактический дебит метановоздушной смеси и дебит метана. Фактические подсосы воздуха в дегазационные скважины определялись как разность дебитов расхода метановоздушной смеси и метана в них. Допустимые подсосы воздуха в скважины определялись расчетом.

Таблица 1 – Данные о работе дегазационных скважин

Участок	Номер скважины	Разрежение в устье скважины, даПа	Фактический дебит МВС, м ³ /мин	Фактическая концентрация метана, %	Дебит метана, м ³ /мин	Фактические подсосы воздуха в скважину, м ³ /мин	Допустимые подсосы воздуха в скважину, м ³ /мин
1	2	3	4	5	6	7	8
Борт.18 Лавы17h ₄	944	973	4,17	30	1,25	2,92	1,95
	956	1020	4,17	45	1,87	2,3	2,4
Итого:			8,34		3,12	5,22	3,99

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

Борт.12 Лавы11h ₄	921	80	0,4	40	0,16	0,24	0,16
	948	1224	2,34	43	2,01	0,33	2,45
	952	1224	2,59	30	0,77	1,82	2,45
	955	1428	1,73	80	1,38	0,35	2,86
Итого:			7,06		4,32	2,74	7,92
Борт.3 Лавы3h ₆	728	50	0,4	35	0,14	0,26	0,1
	788	50	0,4	35	0,14	0,26	0,1
	937	100	0,79	50	0,39	0,4	0,2
	942	5	0,4	30	0,12	0,28	0,01
	951	272	1,31	35	0,45	0,86	0,54
Итого:			3,3		1,24	2,06	0,95
Борт.7 Лавы7h ₈	933	42	0,4	90	0,36	0,04	0,08
7 ^W ВШ 7 ^W Лавы h ₁₀	616	220	0,4	80	0,32	0,08	0,44
	836	35	0,4	45	0,18	0,22	0,07
	909	408	0,4	60	0,24	0,16	0,82
	923	680	1,63	60	0,97	0,66	1,36
	945	952	1,17	65	0,76	0,41	1,9
	946	476	0,4	70	0,28	0,12	0,95
	957	1632	2,82	60	1,69	1,13	3,26
Итого:			7,22		4,44	2,78	8,8
8 ^o ВШ 8 ^o Лавы h ₁₀	932	476	0,78	45	0,35	0,43	0,95
Борт.10 Лавы10h ₄	898	50	0,4	45	0,18	0,22	0,1
	933	1224	2,32	40	0,93	1,39	2,45
	950	1088	2,5	50	1,25	1,25	2,18
	954	1224	2,99	40	1,19	1,8	2,45
Итого:			8,21		3,55	4,66	7,18
Всего:			38,3		17,38	17,93	29,87

Как видно из таблицы 1, в большинстве дегазационных скважин фактические подсосы воздуха не превышают допустимых значений. Только в скважинах, пробуренных из 3-го бортового ходка и по одной скважине в 10-м, 12-м и 18-м бортовых ходках h₄ и в 7-м западном вентиляционном штреке фактические подсосы воздуха превышают допустимые значения. Следует отметить, что в большинстве скважин (в 14 из 24) концентрация метана менее 50%.

Для снижения подсосов воздуха в скважины и увеличения концентрации метана в извлекаемой метановоздушной смеси необходимо усилить контроль за качеством герметизации устьев скважин или увеличить глубину обсадки скважин до 15м. Если при этом концентрация метана не возрастет до 50%, необходимо увеличить угол подъема скважин до 60 градусов. В тех случаях, если увеличение угла подъема скважины до 60 градусов не обеспечит возрастание концентрации метана в метановоздушной смеси, то это свидетельствует о низком

метановыделении из дегазируемых источников. Применительно к таким скважинам необходимо уменьшить разрежение в их устьях или рассмотреть вопрос о целесообразности дегазации.

Для анализа подсосов воздуха в газопровод были использованы данные на 1 июля 2001 года, а именно: дебит метана в газопроводе I_m (м³/мин.); концентрация метана в точках замера $C(\%)$; длины участков газопровода $L_{\text{уч.тр.}}$ (м). Допустимыми подсосами воздуха в дегазационный трубопровод (м³/мин.), принимались подсосы воздуха, не превышающие 0,1% от длины участка трубопровода.

Следует отметить, что из-за неполноты информации, отражаемой в шахтной документации, не представляется возможным определить подсосы воздуха на всех участках газопровода. В таблице 2 эти параметры представлены только для отдельных участков шахтной дегазационной сети.

Таблица 2 – Данные о параметрах метановоздушной смеси в газопроводе

Наименование выработки в которой проложен газопровод	Концентрация метана, %	Дебит метана в газопроводе, м ³ /мин	Длина участка, м	Фактические подсосы воздуха, м ³ /мин	Допустимые подсосы воздуха, м ³ /мин
Борт.18 Лавы 17h ₄	30	3,12	800	1,97	0,8
Борт.12 Лавы 11h ₄	45	4,32	1120	2,54	1,12
7 ^w ВШ 7 ^w Лавыh ₁₀	49	4,44	1845	1,84	1,85
Борт.7 Лавы 7h ₈	50	0,36	1170	0,32	1,17

Участки газопровода (таблица 2), где фактические подсосы воздуха больше допустимых, следует тщательно осмотреть и снизить обнаруженные подсосы путем затяжки гаек на фланцах стыковых соединений или замены уплотняющих прокладок на стыках.

Для исследования эффективности дегазации выемочных участков и пластов-спутников использовались данные за июль 2001 г.

Эффективность дегазации выемочных участков $K_{\text{д.уч}}$ (%) и пластов-спутников $K_{\text{д.сп}}$ (%) определялась соответственно по формулам

$$K_{\text{д.уч}} = 100 \sum I_{\text{д.ск}} / I_{\text{уч}} ,$$

$$K_{\text{д.сп}} = 100 \cdot I_{\text{д.ск}} / (I_{\text{вп}} + I_{\text{д.ск}}) ,$$

где $I_{\text{д.ск}}$ – абсолютное газовыделение в дегазационные скважины, м³/мин.;
 $I_{\text{вп}}$ – абсолютное газовыделение в выработанное пространство при наличии дегазации пластов-спутников, м³/мин.

В таблице 3 приведены данные и результаты определения эффективности дегазации выемочных участков и пластов-спутников.

Таблица 3 – Определение эффективности дегазации

Наименование лав (участков)	Абсолютное газовыделение, м ³ /мин				Эффективность дегазации, %		Количество пробуренных скважин
	Из пласта	Из выработанного пространства	В дегазационные скважины	Участка (общее)	Участка	Пластов-спутников	
Лавы 7 h ₈	2,5	0,11	0,56	3,17	17,67	83,58	2
Лавы 10 h ₄	4,22	0,32	3,55	8,09	43,88	91,73	6
Лавы 11 h ₄	6,12	0,15	3,84	10,1	38,02	96,24	12
Лавы 17 h ₄	2,85	0,30	4,88	8,03	60,77	94,21	2
Лавы 3 h ₆	1,68	0,14	1,20	4,02	29,85	51,28	5
8 ^o лавы h ₁₀	6,2	1,32	0,35	7,87	4,44	20,96	2
7 ^w лавы h ₁₀	8,0	1,25	2,01	11,26	17,85	61,66	6
Всего	31,57	4,59	16,39	52,54	31,19	78,12	35

Из таблицы 3 видно, что самая низкая эффективность дегазации пластов-спутников и выемочного участка 8-й восточной лавы пласта h₁₀, что объясняется малым количеством дегазационных скважин и недостаточным разрежением в устье скважин. Низкой эффективностью дегазации характеризуется также выемочный участок 3-й лавы пласта h₆. Причиной этого является значительное превышение подсосов воздуха по сравнению с допустимыми и малое разрежение в устье скважин. Необходимо обеспечить большую герметичность устья скважин, что позволит также увеличить концентрацию метана в метановоздушной смеси.

С учетом планируемой доработки запасов был осуществлен прогноз ожидаемой метанообильности выемочных участков по всем разрабатываемым шахтой пластам и подтверждена необходимость применения дегазации подрабатываемых пластов-спутников. При этом для определения необходимости дегазации пластов-спутников учитывалась не только необходимость разбавления метана до допустимой концентрации на исходящих струях участков и лав, но и влияние газового фактора на нагрузку лав [4]. Определены параметры дегазационных скважин, расходы метана, которые должны и могут быть извлечены при дегазации подрабатываемых пластов-спутников, расстояния от лавы до проекции забоя скважины, при котором наблюдаются максимум газовыделения в скважину, и предельное в плоскости пласта расстояние от очистного забоя, на котором наблюдается выделение метана из пластов-спутников, расстояние между дегазационными скважинами и необходимое для дегазации их количество. При этом варианты схем дегазации, применяемые на шахте, планировались к применению и при доработке запасов.

Учитывая трудоемкость и сложность расчетов, их многократное повторение, так как на период с 2002 по 2006 год, согласно календарных планов доработки запасов, будет работать 21 лава, была разработана для условий данной шахты специальная программа «Prognoz», работающая в диалоговом режиме с пользователем и позволяющая осуществлять все вышеперечисленные расчеты.

В таблице 4 приведены результаты расчета газообильности выемочных участков и расходов метановоздушных смесей (МВС), отсасываемых через дегазационные скважины с подрабатываемых пластов-спутников, а также необходимость их дегазации.

Таблица 4 – Результаты расчета метанообильности выемочных участков и расходов МВС

Наименование лавы (участка)	Относительная газообильность, м ³ /мин	Необходимость дегазации	Расход МВС, м ³ /мин	Тип схемы проветривания	Фактическая нагрузка, т/сут
2° лава з/ч h ₆	26,82	нет	3,31	2-М	145
3° лава з/ч h ₆	28,83	нет	3,70	2-М	145
8° лава h ₁₀ (низ)	68,53	да	7,96	1-В	193
8° лава h ₁₀ (верх)	68,30	нет	5,43	1-В	127
8 ^w лава h ₁₀ (низ)	60,26	да	7,26	1-В	215
8 ^w лава h ₁₀ (верх)	62,51	нет	6,64	1-В	195
5 «бис» лава h ₈	54,18	нет	5,26	3-В	100
11 лава h ₄	83,41	да	19,50	2-В	490
11 лава h ₆	21,61	нет	6,01	2-М	220
12 лава h ₄	118,07	нет	13,04	2-В	200
12 лава h ₆	21,52	нет	5,54	3-В	250
13 лава h ₄	112,82	нет	13,20	2-В	220
13 лава h ₆	18,83	нет	5,03	3-В	250
14 лава h ₄	109,11	нет	13,66	2-В	240
15 лава h ₄	105,96	нет	13,31	3-В	220
17 лава h ₄	64,06	да	6,92	2-М	270
18 лава h ₄	61,61	да	6,59	2-М	270
23 лава h ₄	69,39	да	8,00	2-М	280
24 лава h ₄	71,75	да	7,99	2-М	270
2 лава h ₆	15,33	нет	3,61	2-М	250
7 лава h ₈	53,20	нет	4,53	2-М	100

Как видно из таблицы 4, наиболее высокие показатели относительной метанообильности получены на выемочных участках 12-й, 13-й, 14-й и 15-й лав

пласта h_4 . Однако, как показывают расчеты, дегазация здесь не нужна, так как применяются схемы проветривания типов 2-В и 3-В, а нагрузки на лавы малы. На примере 11-й лавы пласта h_4 видим, что повышение нагрузки на лаву требует применения дегазации пластов-спутников. При применении схем проветривания типа 2-М, не рекомендуемой нормативным документом /1/ для газовых шахт, необходимость дегазации пластов-спутников возникает даже при средних нагрузках на очистной забой и невысокой относительной метанообильности выемочных участков. Это обусловлено тем, что при такого типа схемах проветривания выемочных участков, метан из выработанного пространства поступает в призабойное пространство лав.

По результатам расчетов, наибольшее количество капируемой метановоздушной смеси ожидается на выемочных участках 11-й, 12-й, 13-й, 14-й и 15-й лав на пласте h_4 . Наименьшие показатели дебита МВС будут на выемочных участках пласта h_8 и пласта h_6 , особенно в его заперевальной части.

Как показали расчеты, для обеспечения безопасных атмосферных условий в горных выработках дегазация пластов-спутников необходима лишь на выемочных участках 8-й восточной (нижняя часть) и 8-й западной (нижняя часть) лав пласта h_{10} , 11-й, 17-й, 18-й, 23-й и 24-й лав пласта h_4 . Однако, учитывая возможность утилизации метана в условиях шахты, дегазация пластов-спутников применяется на всех действующих выемочных участках и предусматривается на планируемых выемочных участках всех разрабатываемых угольных пластов.

В таблице 5 представлены основные расчетные параметры дегазационных скважин на выемочных участках.

Таблица 5 – Основные параметры дегазационных скважин

Тип схемы проветривания	Наименование выемочных участков	Параметры дегазационных скважин							
		Угол разворота скважины	Угол наклона скважины к горизонту	Длина скважины	Подсосы воздуха в скважины	Общий дебит смеси	Содержание метана в смеси	Количество одновременно работающих скважин	Расстояние между скважинами
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3-В	5 «бис» лава h_8	52.1	52.5	83.4	0.16	5.26	96.7	3	25.8
	12 лава h_6	48.3	54.3	91.8	0.22	5.54	96.0	3	43.6
	13 лава h_6	48.3	55.0	93.3	0.20	5.03	96.1	3	43.8
	15 лава h_4	61.3	43.7	63.1	0.45	13.31	96.6	5	14.3
2-В	11 лава h_4	61.3	40.7	60.2	0.60	19.50	96.9	9	10.0
	12 лава h_4	61.3	39.5	59.4	0.65	13.04	95.0	5	13.7
	13 лава h_4	61.3	40.7	60.2	0.75	13.2	94.4	6	11.25
	14 лава h_4	61.3	37.9	57.8	0.63	13.66	95.4	6	11.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1-В	8 ^о лава h_{10} (низ)	31.2	35.0	94.4	0.21	7.96	97.3	4	18.9

	8 ^o лава h ₁₀ (верх)	58.4	60.0	94.4	0.21	5.43	96.0	3	25.8
	8 ^w лава h ₁₀ (низ)	28.7	28.0	94.4	0.34	7.26	95.35	4	18.0
	8 ^w лава h ₁₀ (верх)	72.0	63.5	94.4	0.34	6.64	94.9	4	17.6
2-М	2 ^o лава з/ч h ₆	43.4	34.8	737	0.17	3.31	94.8	2	72.7
	3 ^o лава з/ч h ₆	43.4	34.8	73.7	0.17	3.70	95.3	2	72.7
	11 лава h ₆	48.3	54.6	92.6	0.04	6.01	99.3	3	49.8
	17 лава h ₄	61.3	30.7	53.1	0.71	6.92	89.8	5	12.4
	18 лава h ₄	61.3	30.7	53.1	0.84	0.84	87.3	5	12.4
	23 лава h ₄	61.3	40.9	60.4	0.65	8.00	91.9	5	12.4
	24 лава h ₄	61.3	40.1	60.4	0.56	7.99	93.0	5	13.7
	2 лава h ₆	48.3	50.8	84.8	0.18	3.61	95.0	2	88.5
	7 лава h ₈	52.1	50.6	79.8	0.20	4.53	95.5	3	26.31

Для расчета параметров дегазационной сети, с учетом календарных планов ведения горных работ, были разработаны схемы дегазационных трубопроводов на период с 2002 по 2006 годы. Для каждой из схем дегазационных трубопроводов по разработанной специальной программе «Degline» были произведены расчеты параметров дегазационной сети. Программа «Degline» является логическим продолжением программы «Prognoz». Ввод данных в программу предусмотрен с клавиатуры ПЭВМ в диалоговом режиме.

При разработке схем сети газопроводов были устранены нарушения требований нормативного документа /3/ в части применяемого на некоторых участках магистрального трубопровода труб с диаметром менее 300 мм. Кроме того, при расчете подсосов воздуха на участках параллельных ветвей трубопровода программой предусмотрено, в отличие от нормативного документа /3/, учитывать не только длину участка трубопровода, но и количество параллельных ветвей в нем.

Результаты расчетов параметров сетей дегазационного газопровода на 2002-2006 гг. представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты расчета параметров сетей газопровода

Год разработки	Расход МВС перед вакуум-насосом, м ³ /мин	Давление МВС перед вакуум-насосом, мм рт. ст.	Разрежение перед вакуум-насосом, мм рт. ст.
2002	102,66	724,99	18,01
2003	112,073	727,97	15,03
2004	119,783	724,64	18,36
2005	71,83	726,5	16,5
2006	56,353	726,19	16,81

Как видно из таблицы 6, наиболее тяжелым, с точки зрения затрат энергии на транспортировку метановоздушной смеси по сети газопроводов шахты, будет 2004 год. Несмотря на это, установленный на шахте вакуум-насос ВНН-2-150 обеспечит

транспортировку метановоздушной смеси по сети трубопроводов в расчетном режиме. При этом будет обеспечена эффективность дегазации подрабатываемых пластов-спутников на уровне 50-60 %, что соответствует рекомендациям нормативного документа /3/ для схем дегазации пластов-спутников скважинами, пробуренными с участков вентиляционной или откаточной выработок за лавой с разворотом в сторону очистного забоя.

1. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. - К.:1994.-311 с.
2. Правила безопасности в угольных шахтах. – К.: 2000. – 484 с.
3. Руководство по дегазации угольных шахт. – М.:1990. – 189 с.
1. Стукало В.А., Кавера А.Л. Совершенствование методики обоснования необходимости применения дегазации источников метановыделения в угольных шахтах. // Известия Донецкого горного института, 2002. - №1. – с. 60 – 63.