Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LV вып. 1, 1968 г.

УДК 622.235

СОСТОЯНИЕ ПРОВЕТРИВАНИЯ УГОЛЬНЫХ ШАХТ БАССЕЙНА ДЖАРИЯ (ИНДИЯ)

Амал Достидар Гхош

Одним из перспективных районов добычи высококачественных углей в Индии является бассейн Джария.

До настоящего времени в Индии значительная часть угля добывается частными компаниями. Создание и развитие государственной промышленности предполагает оснащение шахт передовой техникой и внедрение современной технологии добычи. При этом большую роль должно сыграть обеспечение безопасных условий труда, в частности, улучшение вентиляции шахт. До 1952 г. на угольных шахтах Индии не было службы вентиляции. Отсутствие опыта и достаточного количества квалифицированных кадров затрудняет практическое решение вопросов проветривания подземных выработок и в настоящее время. Чтобы наметить мероприятия по его улучшению, нами на шахтах бассейна Джария исследовано состояние проветривания по данным воздушных и депрессионных съемок, изучена работа вентиляторных установок и разработаны мероприятия по ее улучшению, определена газообильность шахт по метану и углекислоте, исследованы взрывчатые свойства угольной пыли и склонность углей к самовозгоранию. В заключение дан анализ действующих в Индии правил безопасности для угольных шахт с учетом опыта, накопленного в Советском Союзе.

Воздушными, депрессионными, температурными и газовыми съемками обследованы шахты Джамадоба, Джамадоба 6 и 7, Дигвади, Велатанд и Сизуа. Как видно из табл. 1, все шахты обеспечены воздухом по добыче, в зависимости от газообильности по CH_4 или CO_2. Но нормы подачи воздуха на каждого работающего выдерживаются только на шахтах Дигвади.

Шахта Джамадоба, например, обеспечена воздухом «по людям» на 98,5—91,5%, шахты Джамадоба 6 и 7 — на 41,5—53,6%, шахта Сизуа — в пределах 52,1—85,55%. При этом следует учесть, что шахты, на которых проводились исследования, обеспечены воздухом лучше многих других шахт Индии, разрабатываемых частными компаниями.

Распределение депрессии по выработкам установлено по данным 16 депрессионных съемок. Анализ их показывает, что депрессия шахт составляет лишь 9,5—74 *мм вод. ст.*, изменяется равномерно. Большая ее часть теряется в выработках с поступающей струей, меньшая — на исходящей. Резкий перепад давления наблюдается только в местах установки подземных вентиляторов.

Как видно из табл. 2, наибольшим сопротивлением на шахте Джамадоба обладают выработки, в которых воздух движется от пласта XVIA к стволу 3, что объясняется малым поперечным сечением этих выработок. На шахте Велатанд повышено сопротивление в выработке, пройденной по пласту XVII. По ней подается воздух к рабочим участкам. Эквивалентные отверстия шахт колеблются от 1 до 9,2 $м^2$.

Таблица 1

Характеристика шахт бассейна Джария (по результатам обследования)

Показатель	Джамадоба, пласты		Джамадоба, стволы 6, 7		Дигвади, пласты	Велатанд, пласты		Сизуа, пласты	
	XVIA *	XVI	XVIA	XVI	XVIA, XVI, XVA и др.	XVII	XVI	XVI и XV верхн.	XV, XIV и др.
Суточная добыча, *т*	580	485	270	350	1160	150	285	345	375
Число подземных рабочих в смену	295	280	135	165	325	85	145	260	325
Количество воздуха, поступающего в шахту, *м³/мин*	3503,8	3360,4	861,4	724,2	5496,0	663,3	1403,2	1736,6	2506,0
Суммарное количество воздуха, поступающего в забой, *м³/мин*	1745,0	1534,5	336,7	530,3	3000,0	532,3	844,0	814,1	1668,04
Количество воздуха на 1 *т* добываемого угля, *м³/мин*	6,0	6,9	3,2	2,0	4,7	4,4	4,9	5,0	6,9
Абсолютная газообильность, *м³/сутки*:									
по CH_4	8895	12 830	0	0	15 102	385	700	0	33
по CO_2	5197	4106	2314	687,9	9119	447,0	3119,6	287,7	296,4
Относительная газообильность, *м³/т*:									
по CH_4	15,2	26,7	0	0	13,0	2,5	2,4	0	0
по CO_2	8,9	8,4	8,6	1,9	4,8	3,0	10,9	0,8	0,8
Категория шахт:									
по CH_4	Сверх. кат.	Сверх. кат.	I	I	III	I	I	I	I
по CO_2	II	II	III	I	I	I	III	I	I
Необходимое количество воздуха, *м³/мин*:									
по добыче	870	727	338	350	1740	150	427	345	375
по людям	1770	1680	810	990	1950	510	870	1560	1950

* Во всех таблицах статьи римские цифры — номера пластов.

Примечание. При расчете необходимого количества воздуха по добыче норма подачи на 1 *т* принята по более высокой категории, которая получена в одних случаях по CH_4, в других по CO_2. Во всех случаях коэффициент запаса принимался равным единице, так как сравнение производилось с количеством воздуха, поступающим в забой.

Таблица 2

Характеристика вентиляторных установок шахт

Параметры вентиляции	Джамадоба, ствол 3	Джамадоба, ствол 2	Джамадоба, стволы 6 и 7		Дигвади, ствол 9	Сизуа, ствол 11	Велатанд, ствол 1
			Пласт XVIA	Пласт XVI			
Диаметр рабочего колеса вентилятора, *м*	3,4	1,3	1,2	1,3	3,0	1,6	1,2
Окружная скорость вентилятора, *м/сек*	60,2	66,4	62,2	53,7	75,4	63,0	59,0
К. п. д. вентилятора	0,68	0,50	0,50	0,50	0,51	0,45	0,47
К. п. д. вентиляторной установки	0,43	0,49	0,32	0,32	0,19	0,11	0,25
Дебит, *м³/мин*:							
вентилятора	8173,0	867,0	803,0	796,0	10125,0	3480,0	2392,0
шахты	7111,0	867,0	803,0	796,0	7145,0	1776,0	1997,0
Подсос воздуха с поверхности, %	16,3	—	—	—	29,0	50,0	11,7
Депрессия, *мм вод. ст.*:							
вентилятора	74,0	29,1	19,5	14,0	32,5	10,7	9,5
шахты	54,0	28,6	12,5	9,0	17,5	5,0	6,0
естественной тяги	2,1	0,5	0,1	0,8	6,6	5,3	1,0
Эквивалентное отверстие шахты, *м²*	6,0	1,0	1,4	1,6	9,2	3,5	4,9
Аэродинамическое сопротивление, *кμ*:							
шахты	0,004	0,1394	0,1087	0,0794	0,0014	0,0046	0,0070
вентиляторной установки	0,0011	—	0,0390	0,0284	0,0005	0,0017	0,0022
устья шахты	0,1685	—	—	—	0,0710	0,0062	0,0139
Удельный расход мощности, *квт/м³*	1,225	0,571	0,382	0,275	0,889	0,818	0,237

Утечки воздуха через надшахтное здание (табл. 3) составляют на шахте Дигвади 29,05%, а на шахте Сизуа даже превышают 50%. На других шахтах потерь воздуха на вентиляторных установках либо нет совсем (при подземной установке вентиляторов), либо находятся в допустимых пределах.

Таблица 3

Утечки воздуха в шахтах, %

Утечки	Джамадоба	Джамадоба, участок, проветриваемый через наклонные стволы 1 и 2	Джамадоба 6 и 7, пласты		Дигвади, пласты				Велатанд, пласты	
			XVIA	XVI	XVIA	XVI	XVA	XIV	XVII	XVI
Через надшахтное здание	14,02	0	0	0	29,05	29,05	29,05	29,05	10,49	10,49
Через шлюзы и двери околоствольного двора	0	9,30	10,50	0	12,34	24,22	0	0	14,63	11,90
На пути движения от ствола до забоя	33,78	51,13	50,25	28,15	24,63	24,50	25,30	31,23	4,98	5,28
Общешахтные, отнесенные к дебиту:										
шахты	33,78	60,42	61,20	28,15	36,98	48,73	25,30	31,22	—	—
вентилятора	47,51	27,07	58,13	33,67	60,39	60,39	60,39	60,39	26,58	26,58

Утечки воздуха через шлюзы и двери, установленные в околоствольных дворах, изменяются в пределах 4—24%. Другие внутришахтные утечки

достигают 51%. Общие утечки, отнесенные к дебиту вентилятора, лежат в пределах 27—77%. Таким образом, почти на всех шахтах зафиксированы большие потери воздуха.

Причины недопустимо повышенных утечек воздуха иногда заложены в конструктивных элементах вентиляторов — каналах, диффузорах. На шахте Джамадоба, например, при депрессии 54 *мм вод. ст.* в канале и диффузоре теряется 20 *мм вод. ст.* Сопряжение канала со стволом там выполнено под прямым углом. На шахте Дигвади канал имеет ветви, которые также соединяются со стволом под углом 90°. Все каналы расположены неправильно относительно оси вентилятора.

На шахтах бассейна работают вентиляторы разных типов с диаметром рабочего колеса от 1,2 до 3,4 *м*. Они не имеют индивидуальных рабочих характеристик, что значительно усложняет определение рабочих режимов. Общий к. п. д. вентиляторных установок вследствие значительных утечек в шахтной сети не превышает 0,49.

Высокая влажность воздуха в Индии (близкая к 100 %) является одним из определяющих факторов шахтного климата. Температура воздуха в шахте, по данным 16 маршрутов съемок, наибольшего значения (32,5° С) достигает в исходящих струях. Скорость движения воздуха в рабочих забоях лишь 0,2—0,3 *м/сек*. Одной из возможных мер, направленных на улучшение условий труда, является уменьшение внутришахтных утечек. Это увеличит скорость движения воздуха, снизит его температуру и повысит охлаждающее действие.

По данным газовых съемок, все шахты относятся к газовым по выделению CO_2 (табл. 1). По выделению метана шахту Джамадоба, где относительная метанообильность составляет от 15,2 до 26,4 $м^3/т$, следует отнести к сверхкатегорной, шахту Дигвади, на которой метановыделение достигает 13,0 $м^3/т$, — к III категории, а остальные — к первой.

Склонность углей к самовозгоранию определялась на приборе, сходном с прибором Эрдмана. По полученным критическим температурам (149—169° С) угли пластов XIV, XV, XVI А, разрабатываемых шахтами Сизуа и Джамадоба, следует отнести к неопасным по самовозгоранию (табл. 4).

Таблица 4

Сводные данные о взрывчатых свойствах угольной пыли и склонности углей к самовозгоранию

Показатель	Джамадоба, пласт					Сизуа, пласт		
	XVIA	XVI	XV	XIV	XVII	XVI	XV	XIV
Добавка инертной пыли, % . .	90,5	90,9	86,1	84,4	90,5	89,7	84,7	83,5
Критическая температура, °С . .	148,8	160,2	169,0	168,5	149,0	160,5	168,7	168,0

Взрывчатые свойства угольной пыли пластов XVIA, XV и XIV по данным 200 испытаний на приборе Годбарда (табл. 4) в основном определяются содержанием летучих веществ. Зафиксированное присутствие летучих, равное 20—39%, относит эти угли к категории взрывчатых. Таким образом, бассейн Джария необходимо переводить на режим, установленный для шахт, опасных по пыли.

Существующие в Индии «Правила для шахт» (1955 г.) и «Правила безопасности в угольных шахтах» (1957 г.) не дают четких указаний по классификации шахт на опасные по газу и пыли, не указывают параметров, нормирующих вентиляцию шахты в целом и отдельных забоев. Целесообразно принять классификацию шахт по выделяющимся газам (CH_4 и CO_2) аналогично принятой Правилами безопасности в Советском Союзе. В соответствии с этими правилами безопасности, следует установить также минимальные нормы подачи воздуха в забои, наибольшую допустимую температуру воздуха в подземных выработках, минимальные и максимальные скорости движения

воздуха в выработках, регламентировать меры по борьбе с пылеобразованием и с взрывами пыли, предусмотреть на газовых шахтах обязательную установку резервных вентиляторов и необходимой контрольно-измерительной аппаратуры.

Выводы

1. Обеспеченность воздухом пяти шахт бассейна Джария не всегда достаточна, особенно «по людям».

2. Большие утечки воздуха зафиксированы в вентиляторных установках и вентиляционной сети шахт.

3. Сечение выработок шахтной сети, на преодоление сопротивления которых затрачивается значительная депрессия, необходимо расширить.

4. Конструктивные недостатки вентиляторных установок приводят к перерасходу энергии. Мероприятия по улучшению аэродинамических характеристик каналов и диффузоров вентиляторов значительно повысят эффективность их работы и экономические показатели.

5. Улучшение проветривания благоприятно скажется на климатических условиях подземных выработок, а следовательно и оздоровлении труда шахтеров.

6. Угли исследованных пластов имеют малую склонность к самовозгоранию.

7. Угольная пыль шахт бассейна Джария опасна по взрыву, что требует проведения специальных мероприятий по предупреждению возникновения и локализации возникающих взрывов.

8. Выделение в шахтах метана и углекислого газа, иногда весьма значительное, обусловливает необходимость классификации шахт по относительной газообильности. Наиболее газообильны шахты Джамадоба и Дигвади.

9. Комплексные мероприятия, разработанные по материалам настоящего исследования, можно рекомендовать для всех шахт Индии, работающих в аналогичных условиях. Условия угледобычи в Индии нуждаются в специальном изучении, что сопряжено с необходимостью подготовки специалистов в области шахтной вентиляции.