

# РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ГОРНОМ ДЕЛЕ

---

УДК 622.4

## НЕОБХОДИМОСТЬ ИЗМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ РАСЧЕТА РУДНИЧНЫХ ПОДЗЕМНЫХ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ

*Д. Н. Алыменко,*

Березниковский Филиал ПермГТУ

*В статье рассмотрена безопасность ведения подземных горных работ по фактору вентиляция для рудничных вентиляционных систем, рассчитанных существующими методами.*

Определить рудничные вентиляционные системы (РВС) можно по аналогии с шахтными вентиляционными системами (ШВС), используя терминологию, примененную академиком Ф. С. Клебановым [1] с учетом рекомендаций Л. Я. Гимельштейна и И. С. Фрейдлеха [2]. РВС состоят из двух частей:

- внешней, включающей в себя вентиляторную установку главного проветривания (ВУГП), вентиляционные каналы, поверхностные сооружения у воздухоподающих и вентиляционных стволов, калориферные установки и их каналы, пути движения поверхностных утечек воздуха и резерв ВУГП с переключающими устройствами. Иногда все это называют поверхностным вентиляционным комплексом (ПВК);

- внутренней, содержащей сеть проветриваемых горных выработок и пути движения внутрирудничных утечек возду-

ха. Эту часть РВС можно определить как внутрирудничный вентиляционный комплекс (ВВК).

Состояние РВС, ее качество и эффективность характеризуются комплексом параметров. Анализ литературных источников позволил выделить наиболее распространенные параметры, используемые как на производстве, так и в научно-исследовательской работе [3–5, 8–11]:

1. Для ПВК:

- производительность ВУГП –  $Q$ , м<sup>3</sup>/с (или м<sup>3</sup>/мин);
- давление (статическое при всасывающем проветривании и полное при нагнетательном [6, 7]), развиваемое ВУГП –  $P$ , Па (или даПа);
- аэродинамическое сопротивление на которое работает ВУГП –  $R$ , нс<sup>2</sup>/м<sup>8</sup> (или кμ);
- поверхностные утечки воздуха –  $Q_y$ , м<sup>3</sup>/с (или м<sup>3</sup>/мин);
- депрессия путей поверхностных утечек воздуха –  $H_y$ , Па (или даПа);
- аэродинамическое сопротивление вентиляционных каналов и устройств переключения –  $R_k$ , нс<sup>2</sup>/м<sup>8</sup> (или кμ);
- аэродинамическое сопротивление путей поверхностных утечек воздуха –  $R_y$ , нс<sup>2</sup>/м<sup>8</sup> (или кμ);
- коэффициент внешних утечек воздуха –  $K_{внш}$ , % (или в долях);
- энергия, потребляемая ВУГП –  $N$ , кВт;
- коэффициент полезного действия ВУГП –  $\eta$ , % (или в долях);
- удельная производительность ВУГП –  $b$ , м<sup>3</sup>/т;
- величина капитальных затрат на ПВК –  $ЗКп$ , тыс. руб. (или млн руб.);
- норма амортизационных отчислений на ПВК –  $ОАп$ , % (или в долях);
- периодичность ремонтных работ в ПВК –  $Тп$ , год;
- эксплуатационные затраты на ПВК –  $ЗЭп$ , тыс. руб. (или млн руб.);

- резерв ВУГП –  $P$ , %;
- время остановки ВУГП и (или) переход на резервный агрегат –  $t_{\text{ост}}$ , мин;
- время перевода ВУГП на реверсивный режим работы –  $t_{\text{рев}}$ , мин;
- периодичность плановых проверок устройств реверсирования и переключения –  $T_{\text{пр}}$ , месяц;
- и т.д.

## 2. Для ВВК:

- расход воздуха в руднике –  $Q_p$ , м<sup>3</sup>/с (или м<sup>3</sup>/мин);
- аэродинамическое сопротивление рудника –  $R_p$ , нс<sup>2</sup>/м<sup>8</sup> (или кμ);
- величина внутрирудничных утечек воздуха –  $Q_{py}$ , м<sup>3</sup>/с (или м<sup>3</sup>/мин);
- коэффициент внутрирудничных утечек воздуха –  $K_{py}$ , % (или в долях);
- коэффициент полезного использования воздуха –  $K_{\text{пи}}$ , % (или в долях);
- относительная воздухообильность рудника –  $b_p$ , м<sup>3</sup>/т;
- величина периодических (обычно ежегодных) капитальных вложений в ВВК –  $ЗКр$ , тыс. руб. (или млн руб.);
- норма амортизационных отчислений на ВВК –  $ОАр$ , % (или в долях);
- периодичность ремонтных работ в ВВК –  $T_r$ , год;
- эксплуатационные затраты на ВВК –  $ЗЭр$ , тыс. руб. (или млн руб.);
- структурный состав и содержание кислорода и углекислого газа, ядовитых и горючих газов –  $j$ , %;
- скорость движения воздуха по горным выработкам (минимально и максимально допустимые) –  $v$ , м/с;
- температура внутрирудничного воздуха –  $t$ , град. С;
- запыленность внутрирудничной атмосферы –  $G$ , кг/м<sup>3</sup>;
- дебит воздуха при реверсировании –  $Q_{\text{рев}}$ , % или м<sup>3</sup>/с (м<sup>3</sup>/мин);

- время реверсирования воздушной струи в горной выработке –  $t_{\text{рев.в}}$ , мин.;

и т.д.

Список параметров может быть достаточно обширным, а это усложняет как расчет РВС, так и ее анализ. Набор параметров зависит от глубины и широты поставленной задачи, но, как показывает практика, при проектировании новых рудников, а также реконструкции вентиляционных систем на действующих предприятиях общая совокупность параметров бывает довольно обширной.

Нарушения нормального функционирования РВС могут привести к самым разным тяжелым последствиям как социального, так технического и экономического характера. В социальном аспекте отказ РВС приводит к снижению уровня безопасности ведения горных работ и ухудшению условий труда людей. В техническом – вызывает преждевременный износ оборудования, снижение его производительности, уменьшение добычи полезного ископаемого и т.п. В совокупности все это обуславливает возникновение экономических потерь.

Действие факторов, перечисленных выше, обуславливает изменение состояния, структуры, качества и эффективности РВС, которые в настоящее время не учитываются в полной мере при проектировании рудников и планировании развития горных работ. В результате этого в процессе функционирования РВС появляются нарушения (отказы) (см. табл. 1–2) [12–13].

В табл. 1 приведена качественная картина нарушений (отказов РВС), зафиксированных на рудниках ОАО «Уралкалий» за последние 8 лет до ввода в работу понятия «рабочие зоны». Как видно из таблицы, общее количество отказов РВС составило 2095. Это в среднем 262 отказа в год и примерно (при учете плановых остановочных дней на руднике) одно нарушение за 1–2 дня работы.

Таблица 1

## Нарушения (отказы) РВС на рудниках ОАО «Уралкалий»

Год	Нарушения	БКПРУ-1	БКПРУ-2	БКПРУ-4	Всего
1992	проекты вентиляции	26	---	---	26
	газовый режим	66	41	90	197
1993	проекты вентиляции	45	25	19	89
	газовый режим	32	42	16	90
1994	проекты вентиляции	32	22	19	73
	газовый режим	49	28	36	113
1995	проекты вентиляции	51	26	6	83
	газовый режим	87	31	102	220
1996	проекты вентиляции	51	52	10	113
	газовый режим	114	21	62	197
1997	проекты вентиляции	60	40	39	139
	газовый режим	121	105	32	258
1998	проекты вентиляции	70	1	43	114
	газовый режим	117	11	45	173
1999	проекты вентиляции	64	---	40	104
	газовый режим	81	3	22	106
1992 - 1999	проекты вентиляции	399	166	176	741
	газовый режим	667	282	405	1354
ИТОГО:		1066	448	581	<b>2095</b>

В табл. 2 приведены отказы РВС, зафиксированные горнотехнической инспекцией на рудниках ОАО «Уралкалий» и ОАО «Сильвинит» в период с 1996 по 2005 г. включительно. Были взяты периоды: 5 лет до ввода в работу понятия «рабочие зоны» и пять лет после.

Из табл. 2 видно, что общее количество отказов РВС на Верхнекамском месторождении за 10 лет составило 5183 раза. Это в среднем 518 раз в год или (с учетом плановых остановочных дней на руднике) примерно 3 отказа за 2 дня.

Таблица 2

**Нарушения газового режима и проектов вентиляции  
на рудниках Верхнекамского месторождения калийных солей**

Год	Нарушения	ОАО «Уралкалий»	ОАО «Сильвинит»
1996	проекты вентиляции	113	153
	газовый режим	197	144
1997	проекты вентиляции	139	164
	газовый режим	258	132
1998	проекты вентиляции	114	233
	газовый режим	173	264
1999	проекты вентиляции	104	236
	газовый режим	106	224
2000	проекты вентиляции	77	206
	газовый режим	88	181
2001	проекты вентиляции	65	140
	газовый режим	79	133
2002	проекты вентиляции	90	87
	газовый режим	87	96
2003	проекты вентиляции	51	119
	газовый режим	88	94
2004	проекты вентиляции	65	95
	газовый режим	60	149
2005	проекты вентиляции	67	69
	газовый режим	34	209
1996 - 2005	проекты вентиляции	885	1502
	газовый режим	1170	1626
<b>ВСЕГО:</b>		<b>2055</b>	<b>3128</b>
ИТОГО общее количество нарушений за 10 лет – 5183			

Ситуация, аналогичная представленной в таблицах, существует и на других рудниках. Поэтому совершенствование существующих методов проектирования РВС и разработка новых являются актуальной задачей.

## Список литературы

1. Воздух в шахте / Ф. С. Клебанов [и др.]. – М.: Имидж, 1995. – С. 600.
2. Гельменштейн Л. Я. Повышение надежности шахтных вентиляторов / 2 авт. – М.: Недра, 1978. – С. 189.
3. Бабак Г. А. Шахтные вентиляторные установки главного проветривания / 3 авт. – М.: Недра, 1982. – С. 296.
4. Комаров В. Б. Рудничная вентиляция / 2 авт. – М.-Л.: ГОНТИ НКТП СССР; Редакция горно-топливной и геолого-разведочной литературы, 1938. – С. 456.
5. Комаров В. Б. Рудничная вентиляция / 2 авт. – М.: Недра, 1970 – С. 260.
6. Керстен И. О. Аэродинамические испытания шахтных вентиляторных установок / 1 авт. – М.: Недра, 1986. – С. 196.
7. Смородин С. С. Шахтные стационарные машины и установки / 2 авт. – М.: Недра, 1975. – С. 280.
8. Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений полезных ископаемых подземным способом / утв. Госгортехнадзором России 13.05.2003 г. № 30. М.: НПО ОБТ, 2003.
9. Экономика предприятия (фирмы) / под ред. О. И. Волкова и О. В. Девяткина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2003. – С. 601.
10. Агошков М. И. Экономика горнорудной промышленности / 3 авт. – М.: Недра, 1986. – С. 264.
11. Мохирев Н. Н. Проветривание подземных горнодобывающих предприятий / Н. Н. М. – Пермь: ПГТУ. – С. 280.
12. Отчеты о результатах контрольно-профилактической работы Верхнекамской региональной горнотехнической инспекции за 1992–2005 гг. / Федеральный горный и промышленный надзор России: ВРГТИ, 1993–2005.
13. Отчет о результатах контрольно-профилактической работы Соликамского отдела по надзору в горнорудной промышленности Управления Западно-Уральского округа за 1998–2005 гг. / Федеральный горный и промышленный надзор России: ВРГТИ, 1999–2005.

*Получено 08.12.06.*