Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова, 1983, т.97

УДК 622.453

КАРЬЕРНЫЕ УСТАНОВКИ НА БАЗЕ ОСЕВЫХ ВЕНТИЛЯТОРОВ

Э.В.ПАРАХОНСКИЙ

Развитие открытого способа добычи полезных ископаемых неразрывно связано с интенсификацией горного производства и увеличением глубины открытых разработок. Интенсификация горного производства обычно ведет к увеличению объемов вредных веществ в виде пыли и газов, загрязняющих воздух в карьерах. Рост глубины карьеров способствует ухудшению условий естественного проветривания из-за образования застойных зон, из которых вынос загрязненного воздуха ветровыми или конвективными потоками затруднен. В целях создания нормальных атмосферных условий и предотвращения простоев в работе крупных и глубоких карьеров целесообразно применять искусственное проветривание путем интенсификации воздухообмена и очистки воздуха от вредных примесей в застойных зонах.

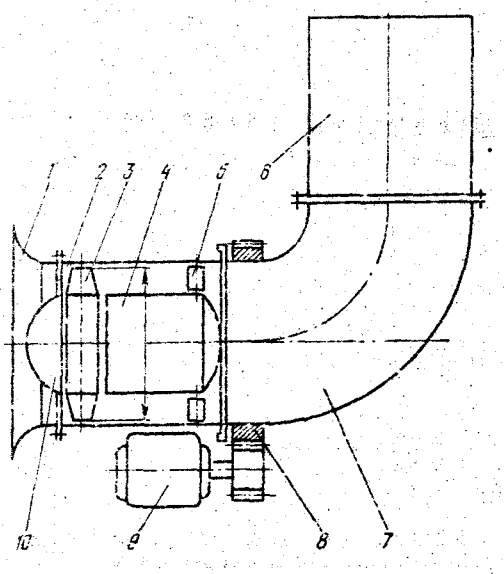


Рис.1. Аэродинамическая схема струйного осевого вентилятора
1 – входной коллектор; 2 – корпус; 3 – рабочее колесо; 4 – встроенный электропривод; 5 – спрямляющий аппарат; 6 – выходной насадок; 7 – поворотное колено; 8 – механизм поворота колена; 9 – привод механизма поворота; 10 – обтекатель

Наиболее эффективным для проветривания больших объемов карьерного пространства является беструбный способ, осуществляемый с помощью турбулентных струй, создаваемых в атмосфере карьера специальными вентиляторными установками. Для создания мощных дальнобойных струй карьерные вентиляторные установки должны обладать высокой производительностью. Величина дальнобойности струи при проветривании должна быть соизмерима с размерами застойных зон или всего карьерного пространства. Кроме того, эффективность искусственного проветривания в большой мере зависит от степени мобильности струй в проветриваемом пространстве карьера.

Для искусственного проветривания карьеров наиболее предпочтительны вентиляторные установки с электроприводом, обладающим наибольшей гигиеничностью, создающие практически изотермические струи. Однако для обеспечения высокой производительности карьерных вентиляторных установок необходимо оборудовать их электроприводом большой мощности (сотни и тысячи киловатт). Поэтому установки для проветривания застойных зон и всего карьерного пространства должны быть как правило стационарными или полустационарными. Установки местного проветривания безусловно наиболее целесообразно выполнять передвижными.

Проветривание карьеров может осуществляться как воздушными, так и водовоздушными струями. Последние образуются путем впрыскивания распыленной воды в воздушную струю. Водовоздушные струи способствуют очистке воздуха от пыли и некоторых газов, а также снижают температуру воздуха в проветриваемом пространстве на несколько градусов по сравнению с температурой воздуха в окружающем пространстве.

Для создания карьерных вентиляторных установок могут быть использованы осевые вентиляторы, оборудованные выходными элементами в виде, например, поворотного колена с коротким насадком (рис.I). Наиболее целесообразно использовать вентиляторы, выполненные по схеме: рабочее колесо плюс спрямляющий аппарат. Механизм поворота со специальным приводом, которым оснащено поворотное колено, позволяет изменять угол наклона создаваемых в вертикальной плоскости струй в широком интервале. Поток воздуха, создаваемый при вращении рабочего колеса, поворачивается в колене на 90° и выходит из насадка в виде свободной турбулентной струи. В результате поля скоростей выравниваются под воздействием центробежных сил и структура потока в начальном сечении струи (на выходе из насадка) улучшается, что благоприятно сказывается на ее развитии и повышает ее дальнобойность. При повороте колена вокруг оси вращения рабочего колеса с помощью механизма

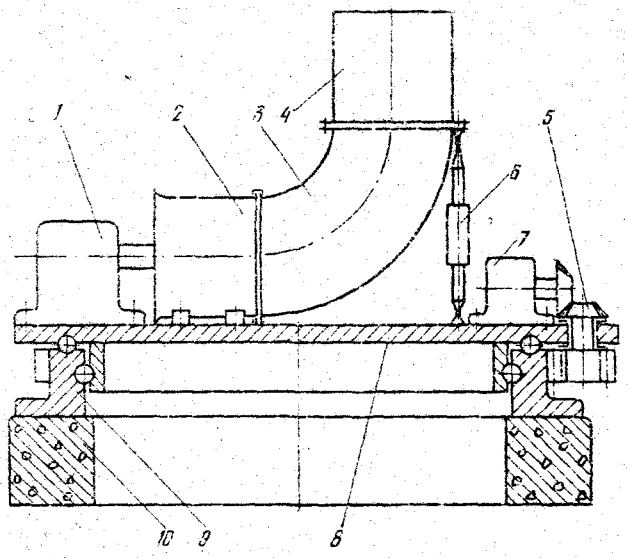


Рис.2. Принципиальная схема стационарной карьерной вентиляторной установки

1 – привод вентилятора; 2 – осевой вентилятор; 3 – поворотное колено; 4 – выходной насадок; 5 – механизм поворота платформы; 6 – механизм с приводом поворота колена; 7 – привод механизма поворота платформы; 9 – опорный венец; 10 – фундамент

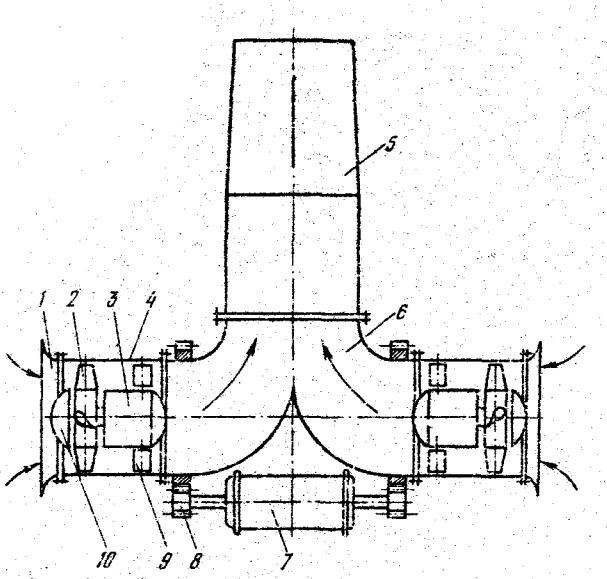


Рис.3. Аэродинамическая схема установки из спаренных осевых вентиляторов
1 – входной коллектор; 2 – рабочее колесо; 3 – привод рабочих колес; 4 – корпусы вентиляторов; 5 – выходной насадок; 6 – поворотный тройник; 7 – привод механизма поворота тройника; 8 – механизм поворота тройника; 9 – спрямляющие аппараты; 10 – обтекатель на входе

ворота и привода угол наклона струи в вертикальной плоскости меняется от 0 до 360°.

В стационарной карьерной вентиляторной установке осевой вентилятор с приводом расположены на поворотной платформе, вращение которой вокруг вертикальной оси обеспечивает изменение положения струи в горизонтальной плоскости (рис.2).

Таким образом, наличие поворотного колена на выходе потока воздуха из вентилятора и размещение вентилятора на поворотной платформе гарантирует высокую мобильность создаваемых струй при проветривании карьеров, обеспечивая любое положение струи в проектируемом пространстве, а также быстрый перевод ее из одного положения в другое.

Для увеличения производительности карьерных вентиляторных установок и дальнобойности создаваемых ими струй в ряде случаев целесообразно соединить параллельно два осевых вентилятора с помощью поворотного тройника[x] (рис.3). Поворот тройника вокруг оси вращения рабочих колес также обеспечивает изменение угла наклона создаваемой струи в вертикальной плоскости от 0 до 360°. Размещение вентиляторов, соединенных тройником, на поворотной платформе, вращающейся вокруг вертикальной оси, позволяет изменять положение струи и в горизонтальной плоскости. При вращении рабочих колес создаются воздушные потоки, которые поворачиваются в тройнике на 90° и суммируются, что улучшает структуру суммарного потока в начальном сечении струи.

В Ленинградском горном институте был разработан и исследован опытный образец карьерной вентиляторной установки на базе серийно изготовленных осевых вентиляторов СВМ-6М, спаренных тройником из листовой стали толщиной I мм с присоединенным к нему цилиндрическим насадком длиной и

[x] А.с. 470889 (СССР).

Эксплуатационные характеристики карьерных установок на базе шахтных осевых вентиляторов типа ВОКД и ВОД

Показатель	ВОКД-1,0	ВОКД-1,5	ВОКД-1,8	ВОКД-2,4	ВОКД-3,0	ВОКД-3,6	ВОД-11	ВОД-16	ВОД-21	ВОД-30	ВОД-40	ВОД-50
Производительность, $м^3/с$	23 46	53 106	95 190	170 340	265 530	380 760	33 66	67 134	110 220	230 460	400 800	650 1300
Начальный диаметр струи, м	0,85 1,2	1,3 1,8	1,5 2,2	2,0 2,9	2,5 3,6	3,1 4,3	0,9 1,3	1,4 1,9	1,8 2,5	2,5 3,6	3,4 4,8	4,2 6,0
Начальная скорость струи, м/с	40 40	40 42	54 50	54 51	54 52	50 52	52 50	44 47	43 45	47 45	44 44	47 46
Дальнобойность струи, м	45 66	68 100	107 146	144 198	180 249	208 300	62 86	81 120	108 149	155 216	199 280	261 366
Расход воздуха в проветриваемом сечении, $м^3/с$	389 802	889 1864	2136 3848	3843 7536	5991 11523	8018 16863	711 1374	1220 2668	1994 4141	4506 8675	7384 14748	12758 25024
Потребляемая мощность, кВт	73 145	180 360	450 900	780 1560	1420 2840	2000 4000	110 220	270 540	430 860	750 1500	1200 2400	2050 4100
Удельная производительность, $м^3/(с \cdot кВт)$	0,32	0,30	0,21	0,22	0,19	0,19	0,30	0,25	0,26	0,31	0,33	0,32

Примечание. В числителе показатели для установок с одиночными вентиляторами, оснащенными поворотными коленами, а в знаменателе – из спаренных поворотными тройниками вентиляторов тех же типоразмеров

диаметром 700 мм. Испытания этой установки показали, что профили скоростей в начальном сечении выравниваются и получается сплошная струя. Дальнобойность струи (расстояние по оси струи от начального до проветриваемого сечения, где средняя скорость потока равна I м/с) установки в I,6 раза больше, чем струи, создаваемой одиночным вентилятором, а расход воздуха в проветриваемом сечении в 2,2-2,4 раза больше.

Для создания карьерных вентиляторных установок могут быть использованы серийно выпускаемые шахтные осевые вентиляторы, которые должны использоваться без диффузоров и железобетонных элементов. Оснащение осевых вентиляторов поворотными коленами или тройниками вполне осуществимо силами ремонтно-механических мастерских горно-добывающих предприятий.

На базе выпускаемых и эксплуатируемых на горных предприятиях СССР шахтных осевых вентиляторов целесообразно создать несколько типоразмерных рядов карьерных вентиляторных установок (см. таблицу). Дальнобойность струй, создаваемых установками из спаренных вентиляторов, на 40-50 % больше, чем струй установок из одиночных вентиляторов, а расход воздуха в проветриваемом сечении, где средняя скорость равна I м/с, в 2 раза больше. Если за проветриваемые принимать поперечные сечения создаваемых струй, где средняя скорость потока воздуха равна 0,3-0,6 м/с, то дальнобойность струй и расходы воздуха в проветриваемых сечениях возрастут на 30-60 %.

В заключение следует отметить, что карьерные установки на базе шахтных осевых вентиляторов, оснащенных выходными элементами в виде поворотных колен и тройников, могут обеспечить эффективное проветривание карьеров глубиной до 300-400 м и более. Эксплуатация таких установок не представляет трудностей для специалистов и рабочих существующих горно-добывающих предприятий. КПД карьерных установок на базе шахтных осевых вентиляторов составляет 60-80 %.

Вентиляторы с диаметром рабочих колес до I,0-I,2 м могут использоваться в передвижных установках, а с диаметром более I,2 м - в стационарных установках. На стационарные установки не распространяются ограничения по габаритам и массе, что позволяет значительно увеличить их мощность, начальный диаметр и дальнобойность создаваемых струй при более низких значениях начальной скорости и удельных затрат энергии на проветривание карьеров. Увеличение единичной мощности ведет к уменьшению числа требуемых для проветривания установок. Высокая мобильность создаваемых струй и возможность достижения соразмерности дальнобойности струй с геометрическими размерами застойных зон практически полностью компенсирует потерю мобильности самих стационарных установок.

Проветривание любого карьера и управление работой вентиляторных установок должно быть основано на наличии оперативного контроля за состоянием внутрикарьерной атмосферы и наборе программ проветривания. Принципиальная схема автоматизации управления искусственным проветриванием карьеров (рис.4) состоит из системы контроля метеопараметров и загрязнения атмосферы I и системы программированного управления работой вентиляторных установок 2.

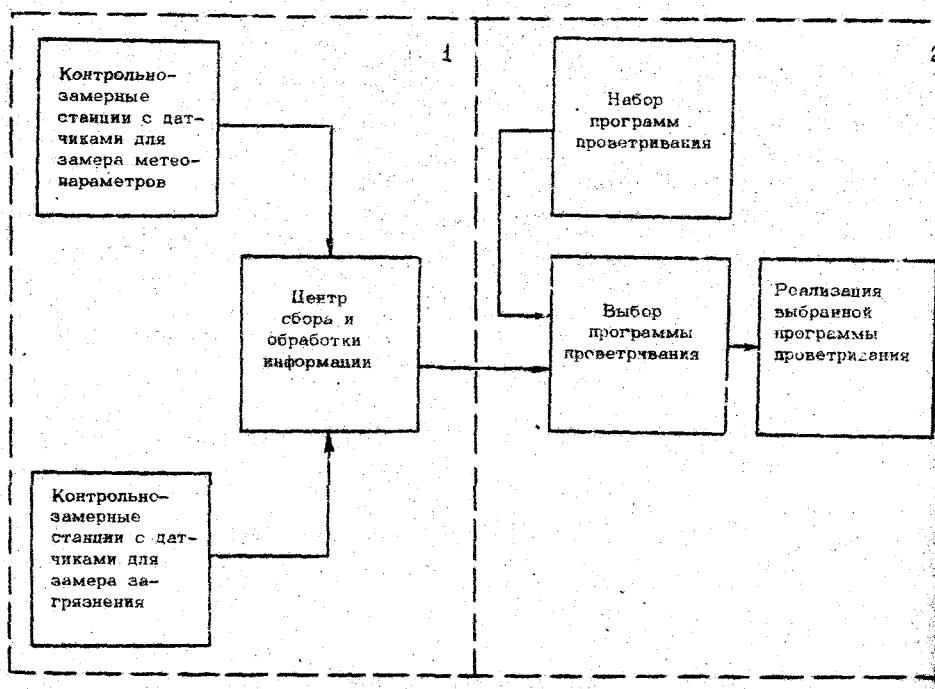


Рис.4. Принципиальная схема управления искусственным проветриванием карьеров

Система оперативного контроля должна включать сеть контрольно-измерительных станций, состоящих из набора непрерывно действующих автоматических датчиков, реагирующих на вредные компоненты атмосферы и ее метеопараметры. Сигналы от датчиков передаются в центр сбора и обработки информации, где они могут накапливаться и обрабатываться на ЭВМ. Оперативный контроль за состоянием атмосферы может производиться и с помощью передвижных лабораторий.

Программы проветривания представляют собой алгоритмы для реализации определенных комплексов действий по управлению работой вентиляторных установок. Каждая программа проветривания состоит из следующих частей:

1) исходных условий, включающих метеорологические и горно-технические параметры, значения опасных концентраций вредностей и другие данные от которых зависят условия труда в карьере;

2) алгоритма проветривания с целью предотвращения или ликвидации опасных ситуаций, который определяет количество одновременно работающих установок, последовательность их работы и схему расстановки (для переносных установок), углы наклона в горизонтальной и вертикальной плоскостях и т.д.

При дистанционном управлении стационарными вентиляторными установками обработанные ЭВМ оперативные данные о состоянии атмосферы должны периодически сравниваться с исходными условиями программ проветривания

которых может быть одна или несколько. Для реализации принимается та программа, исходные условия которой имеют наибольшее или полное соответствие с текущими данными системы контроля за состоянием атмосферы. После выбора программы диспетчер с пульта управления подает команды на приводы механизмов исполнения стационарных установок, а операторам передвижных установок выдается программа их действий.

При частой повторяемости неблагоприятных ситуаций в карьерах большом количестве программ проветривания целесообразно переходить на полностью автоматизированную систему управления работой карьерных вентиляторных установок.