

О РАСШИРЕНИИ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВЕНТИЛЯТОРНОЙ УСТАНОВКИ

ПЕТРОВ А. Г.¹, АВЕРШИН А. А.¹, СТЕПАНОВ Е. И.¹

¹ Луганский национальный университет имени Владимира Даля
(г. Стаханов, ул. Тельмана, 53)

Введение. Постоянное изучение процесса добычи и поиск эффективных путей развития и новых технических решений в технологических процессах, реализующих подземную разработку угольных месторождений, повышает безопасность шахтерского труда, особенно при проветривании шахт. Поэтому представляет практический интерес применение вентиляторных установок с осевыми вентиляторами, конструктивные элементы которых позволяют в широких пределах корректировать их аэродинамические параметры с учетом особенностей системы вентиляции (локальной системы, участков вентиляционных сетей и т. д.) при работе в специфических условиях использования.

Цель. Разработка простых компоновочных схем вентиляторной установки, позволяющих за короткий период времени строительно-монтажных работ в горизонтальной выработке разного назначения осуществлять экстренное проветривание локальной вентиляционной сети через стволы и скважины.

Методика. Анализ функциональных схем проветривания горных выработок и синтез компоновочных схем вентиляторных установок для экстренного проветривания локальных вентиляционных сетей.

Результаты. В выработке создан колодец, в который были помещены шаровые опоры и на них, соосно колодезю, установлена платформа с вентилятором с возможностью углового перемещения. При переходе в разные режимы проветривания вентилятор не прекращает работу.

Выводы. Решение позволяет осуществлять экстренное проветривание любых локальных вентиляционных сетей через вспомогательные, временные стволы, скважины, каналы и т. д. Сокращается время реверсирования струи за счет отсутствия дополнительных операций при реверсировании, например торможения и остановки рабочего колеса вентилятора, поворота лопастей и т. д., что позволяет исключить потери производительности.

Ключевые слова: компоновочная схема; вентиляционная установка; выработка; назначение; проветривание; вентиляционная сеть; ствол; скважина; режим проветривания.

Введение и анализ проблемы. Переоснащение шахт новой горной техникой дает возможность существенно повысить нагрузки и темпы проходки подготовительных выработок. Комплексная механизация и автоматизация всех подземных технологических процессов при постоянном изучении особо опасных из них и поиске эффективных путей повышения безопасности шахтерского труда позволит выйти на объемы добычи полезного ископаемого, необходимые для стабильной рентабельности отрасли. Поэтому представляет практический интерес применение вентиляторных установок с осевыми вентиляторами, конструктивные элементы которых позволяют в широких пределах корректировать их аэродинамические параметры с учетом особенностей системы вентиляции (локальной системы, участков вентиляционных сетей и т. д.) при работе в специфических условиях использования [1–13]. К таким можно отнести осевые одноступенчатые реверсивные вентиляторы серии «ВО-А»: ВО-12А, ВО-14А, ВО-16А, ВО-18А, ВО-21А, входящие в состав вентиляторных установок главного проветривания шахт. Диапазон использования по подаче – от 5 до 150 м³/с; по статическому давлению – от 650 до 4500 Па.

Некоторые конструктивные особенности этих вентиляторов: вентиляторы построены на базе модификаций специальной реверсивной аэродинамической схемы высокой быстроходности, обеспечивающей достижение максимально высокого КПД вентилятора на уровне 80 %; переход вентилятора на реверсивный режим осуществляется путем изменения направления вращения рабочего колеса на противоположное (при соответствующей перестановке направляющих и спрямляющих аппаратов). При этом соотношение подачи на номинальном режиме при прямом течении и реверсировании – от 80 % и более; регулирование параметров работы вентилятора осуществляется путем изменения угла установки лопаток рабочего колеса при остановленном вентиляторе или на ходу – поворотом закрылков направляющих аппаратов с помощью электромеханического привода. Применение регулируемых направляющих аппаратов позволяет улучшить реверсивные качества и повысить максимальное давление вентилятора на 15–20 % без снижения КПД; одноступенчатое исполнение вентилятора, отсутствие подвешенного промежуточного вала, размещение вентилятора и приводного электродвигателя на общей раме повышают эксплуатационную надежность установки.

Техническая характеристика реверсивных осевых вентиляторов
Technical characteristic of reversible axial fans

Показатель	BO-12A	BO-14A	BO-16A	BO-18A	BO-21A
Диаметр рабочего колеса, мм	1200	1400	1600	1800	2100
Диаметр втулки рабочего колеса, мм	750/870	870/1000	870/1000	1000/1200	1200/1400
Частота вращения ротора, об/мин	1500	1500	1500	1000	1000
Номинальная подача, м ³ /с	25/22	40/35	60	65	90
Подача в рабочей зоне, м ³ /с:					
минимальная	10	15	20	20	30
максимальная	45/38	65/60	90/95	105/105	150/140
Номинальное статическое давление, даПа	200/240	270/320	270/360	160/230	230/310
Статическое давление в рабочей зоне, даПа:					
минимальное	65/90	90/120	90/120	60/80	80/100
максимальное	250/300	330/410	330/440	190/280	290/380
Максимально полный КПД	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Подача при реверсе, не менее %	60	60	60	60	60
Мощность электропривода, кВт	90/110	200/250	315/400	200/315	400/500
Масса вентилятора, т	3,5	5,0	6,5	8,2	9,5

В совокупности это позволяет поддерживать стабильность аэродинамических характеристик вентиляторов в условиях вентиляционных сетей с переменными характеристиками. В таблице приведена техническая характеристика осевых вентиляторов в установках главного проветривания. На рис. 1 схематически показана вентиляторная установка.

Установка состоит из двух вентиляторных блоков, каждый из которых включает в себя собственно вентилятор с диффузором и входной коробкой, установленных на общей раме с приводным электродвигателем. В составе установки имеется переключатель потока, содержащий трехпозиционную поворотную (относительно вертикальной оси) заслонку с электромеханическим приводом.

Установка работает на общий подводящий вентиляционный канал и объединенную выходную часть (вентиляционная сеть). В зависимости от положения заслонки переключателя обеспечивается работа одного вентилятора при резервировании другого либо отсечении от шахтной сети.

Цель работы. Перечисленные возможности осевых вентиляторов эффективно реализуются при использовании в стационарных установках главного проветривания с обязательным резервированием. Хотя применение реверсивных осевых вентиляторов и позволяет реализовывать простые схемы вентиляторных установок, но использование их в установках вспомогательного и временного

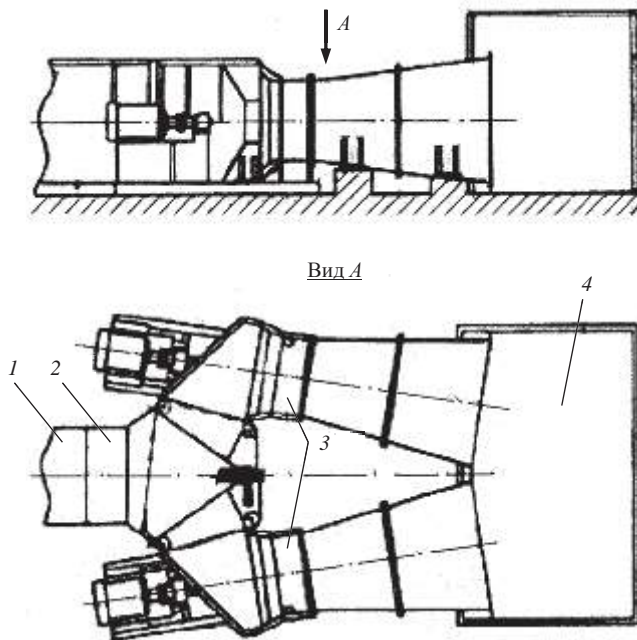


Рис. 1. Конструктивная схема вентиляторной установки:
1 – общий подводящий вентиляционный канал; 2 – переключатель потока;
3 – вентиляторные блоки; 4 – объединенная выходная часть (вентиляционная сеть)

Fig. 1. Ventilation installation flowsheet:
1 – common incoming ventilation duct; 2 – flow switch; 3 – fan modules;
4 – combined exit end (ventilation network)

назначения, где не нужно резервирование, не соответствует затратам на строительно-монтажные работы по назначению и времени установки в локальную вентиляционную сеть. Например, при экстренном использовании: проветривание при спасательных работах через временные стволы и скважины, проветривание при доставке экстренных, специальных и вспомогательных грузов через специальные (временные, вспомогательные, особой конфигурации и т. д.) и другого назначения выработки, каналы, стволы, скважины и т. д. Необходимы более простые и компактные схемы вентиляторной установки для проветривания локальных шахтных вентиляционных сетей с использованием достоинств корректировки аэродинамических параметров для приведения их аэродинамических характеристик в соответствие с потребностями воздуха в той или иной локальной вентиляционной сети шахты.

Методика. Анализ функциональных схем проветривания горных выработок и синтез компоновочных схем вентиляторных установок для экстренного проветривания локальных вентиляционных сетей.

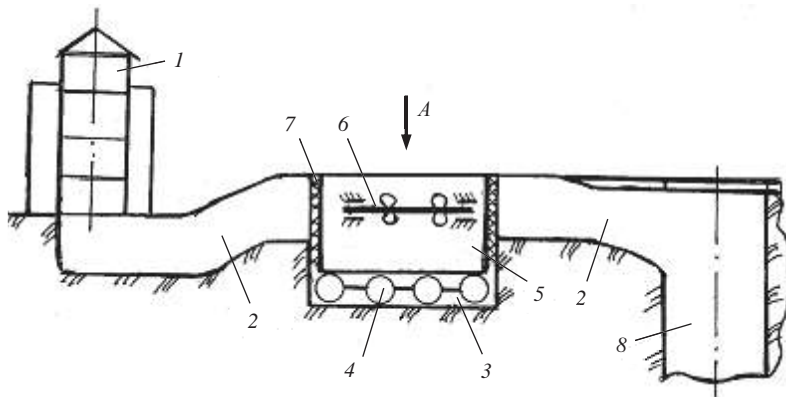


Рис. 2. Схема проветривания через вспомогательный ствол:

1 – воздухозаборник; 2 – вентиляционный канал; 3 – колодец; 4 – шаровые опоры; 5 – платформа; 6 – осевой вентилятор; 7 – эластичные уплотнения; 8 – ствол (скважина)

Fig. 2. Scheme of ventilation through auxiliary mine shaft:

1 – air intake; 2 – ventilation duct; 3 – well; 4 – spherical joints; 5 – platform; 6 – axial fan; 7 – resilient gaskets; 8 – mine shaft (well)

Результаты. Для достижения поставленной цели предлагается разработка, позволяющая реализовать предельно простые компоновочные схемы вентиляторной установки с осевым вентилятором за короткий период времени

строительно-монтажных работ в любой горизонтальной выработке разного назначения для проветривания локальной вентиляционной сети через стволы, скважины и т. д. В основу разработки заложено техническое решение патента на полезную модель [10]. Суть разработки можно представить из анализа функциональной схемы проветривания через вспомогательный (временный) ствол (скважину), приведенной на рис. 2. На рис. 3 схематически показана вентиляторная установка – вид сверху.

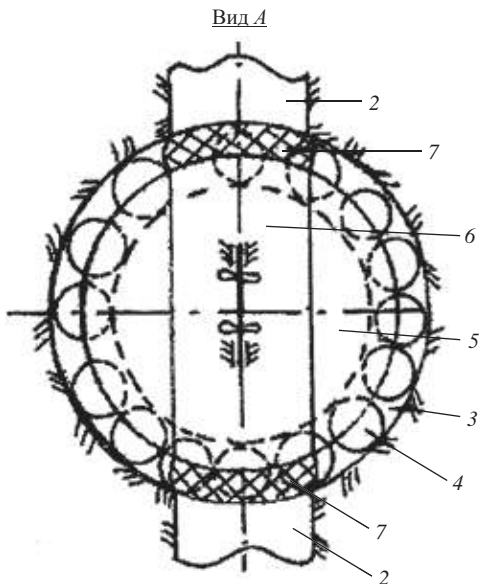


Рис. 3. Схема вентиляторной установки:
вид сверху

Fig. 3. Ventilation installation scheme:
Plan view

рис. 3, вентиляторная установка соединена с каналом через эластичные уплотнения. При нагнетании через ствол воздух поступает из воздухозаборника в вентиляционную сеть. При создании разрежения в вентиляционной сети платформа

поворачивается на угол 180° , воздух поступает из ствола по каналу в вентилятор и через воздухозаборник – в атмосферу. При таком режиме работы вентилятор не отключается.

Выводы. Предлагаемое техническое решение позволяет осуществлять экстренное проветривание любых локальных вентиляционных сетей через вспомогательные, временные стволы, скважины, каналы и т. д. Сокращается время реверсирования струи за счет отсутствия дополнительных операций при реверсировании, например торможения и остановки рабочего колеса вентилятора, поворота лопастей и т. д., что позволяет исключить потери производительности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Авторское свидетельство СССР № 1421877, E21F 1/08, 1984.
2. Авторское свидетельство СССР № 1594282, E21F 1/08, 1990.
3. Холодников Ю. В., Волков А. С. Лопатки осевых вентиляторов из композиционных материалов // Уголь. 2006. № 2. С. 44–45.
4. Ивановский И. Г. Шахтные вентиляторы: учеб. пособие. Владивосток: ДВГТУ, 2003. 196 с.
5. Вентиляторы главного и местного проветривания: отраслевой каталог. М.: ЦНИИИ и ТЭИ, 1985. 62 с.
6. Ивановский И. Г. Проектирование проветривания шахт и калориферных установок: учеб. пособие. Владивосток: ДВГТУ, 2000. 107 с.
7. Хурк Г. Нормализация тепловых условий в каменноугольных шахтах ФРГ: развитие, мероприятия и достигнутые успехи // Глюкауф. 1982. № 19. С. 31–33.
8. Вентиляция, подземные пожары и горноспасательное дело / К. П. Игнатенко и др. М.: Недра, 1975. 245 с.
9. Обухов А. Ю., Кучаев А. Д., Китаев В. И., Гордиенко Ю. А., Тетиор Л. Н. Новый типоразмерный ряд вентиляторных установок главного проветривания шахт и рудников типа АВМ // Уголь. 2008. № 8. С. 51–53.
10. Пристрій повітрярозподілу шахтних вентиляторно-калориферних установок: пат. 51779 Украина. № МПК E21F 1/00; заявл. 15.03.2010; опубл. 26.07.2010. Бюл. № 14.
11. Носырев Б. А., Белов С. В. Вентиляторные установки шахт и метрополитенов: учеб. пособие. Екатеринбург: УГГА, 2000. 278 с.
12. Тимухин С. А., Копачев В. Ф. Осерадиальные вентиляторы: науч. монография. Екатеринбург: УГГУ, 2011. 252 с.
13. Долганов А. В. Стационарные машины: учебник для вузов. М.: Академия естествознания, 2017. 281 с.

Поступила в редакцию 4 апреля 2018 года

Петров А. Г., Авершин А. А., Степанов Е. И. О расширении области применения вентиляторной установки // Известия вузов. Горный журнал. 2018. № 7. С. 109–114.

Сведения об авторах:

Петров Александр Геннадиевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры горной электромеханики и транспортных систем Стахановского учебно-научного института горных и образовательных технологий Луганского национального университета имени Владимира Даля. E-mail: alex-petrov-1952@yandex.ru

Авершин Андрей Александрович – кандидат психологических наук, доцент, доцент кафедры горной электромеханики и транспортных систем Стахановского учебно-научного института горных и образовательных технологий Луганского национального университета имени Владимира Даля. E-mail: avershin_mf_uera2@rambler.ru

Степанов Евгений Иванович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры горной электромеханики и транспортных систем Стахановского учебно-научного института горных и образовательных технологий Луганского национального университета имени Владимира Даля. E-mail: ewg.stepanov2013@yandex.ru

ON THE EXPANSION OF A VENTILLATION INSTALLATION APPLICATION

Petrov A. G.¹, Avershin A. A.¹, Stepanov E. I.¹

¹ Stakhanov Educational Scientific Institute of Mining and Educational Technologies of Luhansk National University named after Vladimir Dal (Stakhanov city).

Introduction. Production process constant study and search for efficient ways of development and new technological solutions in technological processes implementing underground exploitation of coal

deposits, promotes miner's job safety, especially under shafts ventilation. Thus, the use of ventilation installations with axial fans are of practical interest, structural elements of which allow correcting their aerodynamic parameters in wide range with the account of some ventilation system features (local system, ventilation network sections, etc.) when operated under specific conditions.

Aim. The development of simple ventilation layout diagrams allowing to carry out urgent ventilation of local ventilation network through air shafts and wells within a short period of installation and construction work in a horizontal mine working of various purpose.

Methodology consists in the analysis of mine workings ventilation flowsheet and the synthesis of ventilation installations layout diagrams for urgent ventilation of local ventilation networks.

Results. A well has been created in the mine working, into which spherical joints have been placed, and onto them, in axial alignment with a well, a platform with a mine fan has been installed with the opportunity of angular rotation. The mine fan doesn't stop working when changing the ventilation mode.

Conclusions. The solution allows carrying out urgent ventilation of any local ventilation networks through auxiliary and temporary mine shafts, wells, ducts, etc. Jet reversal time reduces by means of missing auxiliary operations at reversing, for example, braking and halting of a mine shafts impeller, blades turning, etc., which allows excluding capacity losses.

Key words: layout diagram; ventilation installation; mine working; purpose; ventilation; ventilation network; mine shaft; well; ventilation mode.

DOI: 10.21440/0536-1028-2018-7-109-114

REFERENCES

1. Author's certificate USSR no.1421877, E21F 1/08, 1984. (In Russ.)
2. Author's certificate USSR no.1594282, E21F 1/08, 1990. (In Russ.)
3. Kholodnikov Iu. V., Volkov A. S. [Blades of axial mine fans made of composite materials]. *Ugol' – Coal*, 2006, no. 2, pp. 44–45. (In Russ.)
4. Ivanovskii I. G. [School book "Shaft fans"]. Vladivostok, FESTU Publ., 2003. 196 p.
5. [Mine fans of main and local ventilation. Specialized catalog]. Moscow, TsNIII i TEI Publ., 1985. 62 p.
6. Ivanovskii I. G. [School book "Design of shafts and electric air heating installations ventilation"]. Vladivostok, FESTU Publ., 2000. 107 p.
7. Hurk H. [Normalization of thermal conditions in coalmines of West Germany: development, actions, and success achieved]. *Glückauf*, 1982, no. 19, pp. 31–33.
8. Ignatenko K. P., and others. [Ventilation, underground fires, and mining rescue affairs]. Moscow, Nedra Publ., 1975. 245 p.
9. Obukhov A. Iu., Kuchaev A. D., Kitaev V. I., Gordienko Iu. A., Tetior L. N. [New dimension range of AVM type ventilation installations of main ventilation at shafts and mines]. *Ugol' – Coal*, 2008, no. 8, pp. 51–53. (In Russ.)
10. Petrov O. G., Simonov V. A., Tugai V. V., Stepanov E. I. [Arranging air distribution of shaft ventilation air heating installations]. Patent Ukr. no. 51779, 2010.
11. Nosyrev B. A., Belov S. V. [School book "Ventilation installations in shafts and metropolitan railways"]. Ekaterinburg, UrSMU Publ., 2000. 278 p.
12. Timukhin S. A., Kopachev V. F. [Scientific monograph "axial-radial fans"]. Ekaterinburg, UrSMU Publ., 2011. 252 p.
13. Dolganov A. V. [School book for the institutions of higher education "fixed machines"]. Moscow, Akademiia estestvoznaniia Publ., 2017. 281 p.

Information about authors

Petrov Aleksandr Gennadievich – Candidate of Engineering Science, Associate Professor, Stakhanov Educational Scientific Institute of Mining and Educational Technologies of Luhansk National University. E-mail: alex-petrov-1952@yandex.ru

Avershin Andrei Aleksandrovich – Candidate of Psychological Science, Associate Professor, Stakhanov Educational Scientific Institute of Mining and Educational Technologies of Luhansk National University. E-mail: avershin_mf_uepa2@rambler.ru

Stepanov Evgenii Ivanovich – Candidate of Engineering Science, Associate Professor, Stakhanov Educational Scientific Institute of Mining and Educational Technologies of Luhansk National University. E-mail: ewg.stepanov2013@yandex.ru