

НОВАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ВЕНТИЛЯЦИИ КАРЬЕРОВ

С.П. Еронько, д-р техн. наук, проф.,

М.Ю. Ткачев, канд. техн. наук

Донецкий национальный технический университет

Освещены конструктивные особенности и принцип действия новой установки для проветривания карьеров, обеспечивающей создание мощных воздушных потоков с помощью безопасного вентилятора, работающего в комплексе с компрессором.

Ключевые слова: карьер, аэрология, безопасной вентилятор, эффект Коанда, эффект торнадо, средства вентиляции.

По данным исследователей до 80 % полезных ископаемых в настоящее время добывается открытым способом в карьерах, глубина которых достигает 500-700 м и более [1, 2]. При этом около 50 % годового времени работу в таких карьерах проводят в условиях нарушения воздухообмена с окружающей средой и накопления вредных примесей в образующихся застойных зонах, что в конечном счете является причиной простоя оборудования из-за невозможности нахождения обслуживающего персонала в местах с предельно допустимой концентрацией опасных веществ [3, 4].

Для поддержания требуемого ритма функционирования карьеров и надлежащих условий работы технического персонала необходимы специальные аэрационные установки, реализующие различные способы вентиляции глубоких рукотворных впадин [5-8]. Несмотря на наличие в технической литературе значительного объема информации о существующих вентиляторных системах, основанных на использовании в них самолетных винтомоторных и реактивных силовых установок, смонтированных на базе колесных или гусеничных тягачей, лишь несколько из них нашли практическое применение. Данное обстоятельство объясняется тем, что большинство известных агрегатов характеризуется высоким потреблением топлива или электроэнергии, значительными эксплуатационными затратами, а также низкими показателями работы. Поэтому задача создания новой вентиляторной установки, лишенной отмеченных недостатков, имеет важное научно-практическое значение. Для ее успешного решения необходим учет достоинств и недостатков наилучших существующих образцов оборудования данного класса. В итоге анализа результатов

литературного обзора и патентного поиска в качестве аналогов для вновь создаваемой вентиляторной установки были отобраны две модификации систем вентиляции карьеров, выпущенных в Российской Федерации на базе шасси автомобиля «БелАЗ». В первой из них направленный газоздушный поток создают с помощью пропеллера, размещенного на специальном кронштейне впереди кабины тягача и вращаемого его двигателем через систему зубчатых передач и карданный вал [9]. Недостатком данной установки является то, что с ее помощью можно формировать газоздушный поток только вдоль оси, параллельной поверхности, на которой в карьере расположено транспортное средство. Это в значительной мере ограничивает объем проветриваемой зоны карьера и для ее увеличения требует последовательного изменения положения транспортного средства путем его маневрирования в стесненных условиях.

С целью расширения зоны проветриваемого пространства карьера у второй установки силовой агрегат в виде турбовинтового авиационного двигателя размещен на поворотной платформе, смонтированной за кабиной на раме автомобиля [10]. Наличие у данной установки поворотной горизонтальной платформы позволяет без маневрирования ходовой частью осуществлять изменение направления сформированного газоздушного потока по кругу в горизонтальной плоскости выше уровня платформы. Однако при ее использовании возникает так называемая мертвая зона пространства карьера, прилегающая к его донной поверхности. Кроме того, обеспечиваемая с ее помощью вентиляция предполагает перемещение газоздушных масс только внутри карьера, и поэтому не позволяет удалять их за его пределы.

В разработанной авторами доклада установке для возбуждения интенсивных восходящих газоздушных потоков в застойных зонах пространства карьера предложено использовать безлопастной вентилятор, функционирующий на основе известного в технике эффекта Коанда.

Установка (рисунок 1) содержит ходовую часть 1 на базе 3-х осного грузового автомобиля, на раме которого смонтирована поворотная горизонтальная платформа 2 с жестко закрепленными на ней основанием 3 плоского 3-х звенного рычажного механизма, и воздушным компрессором 4 для подачи по гибким трубопроводам 5 и 6 сжатого воздуха к системе возбуждения и формирования газоздушного

потока, выполненной в виде горизонтально расположенного безлопастного вентилятора 7.

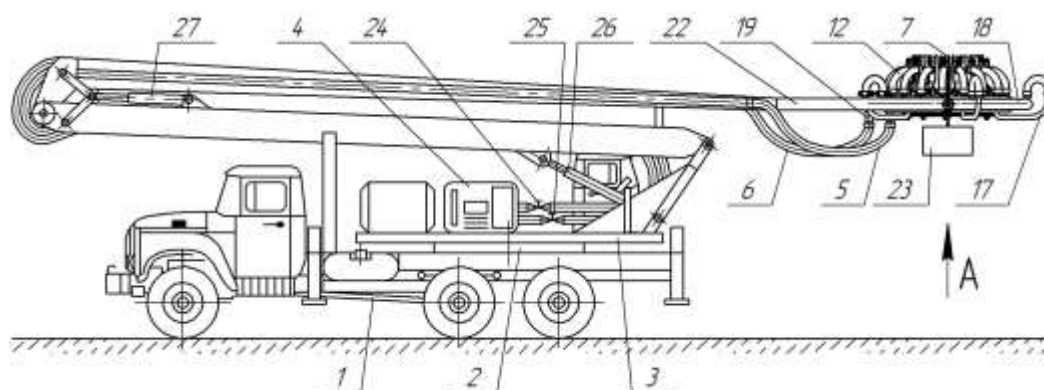


Рисунок 1 - Общий вид установки

Безлопастной вентилятор (рисунок 2) [11] включает горловину, образованную полыми сегментами 8 с щелевым соплом и наружной поверхностью Коанда, закрепленными посредством дисков 9 к круглым фланцам 10 несущего кольца 11 с возможностью относительного фиксированного поворота в радиальной плоскости и сообщающимися посредством гибких рукавов 12 с полостью 1-й торообразной газораспределительной камеры 13, которая размещена концентрически относительно несущего кольца 11 и снабжена подводным патрубком 14, соединенным с гибким трубопроводом 5.

На входе горловины, образованной полыми сегментами 8, размещен завихритель потока, включающий полые сегменты 15 (рисунок 2 б) с щелевыми соплами и внутренней поверхностью Коанда, закрепленные последовательно по окружности на несущей скобе 16 в плоскости, перпендикулярной продольной оси горловины. При этом полости сегментов 15 посредством трубопроводов 17 сообщаются с полостью 2-й торообразной газораспределительной камеры 18, имеющей подводный патрубок 19, соединенный с гибким трубопроводом 6. Корпуса торообразных газораспределительных камер 13 и 18 жестко закреплены на кронштейнах 20, которые с помощью цапф 21 шарнирно связаны с конечным звеном 22 плоского рычажного механизма. К кронштейнам 20 жестко прикреплены балансирующие грузы 23, удерживающие безлопастной вентилятор 7 в горизонтальном положении относительно конечного звена 22 плоского рычажного механизма.

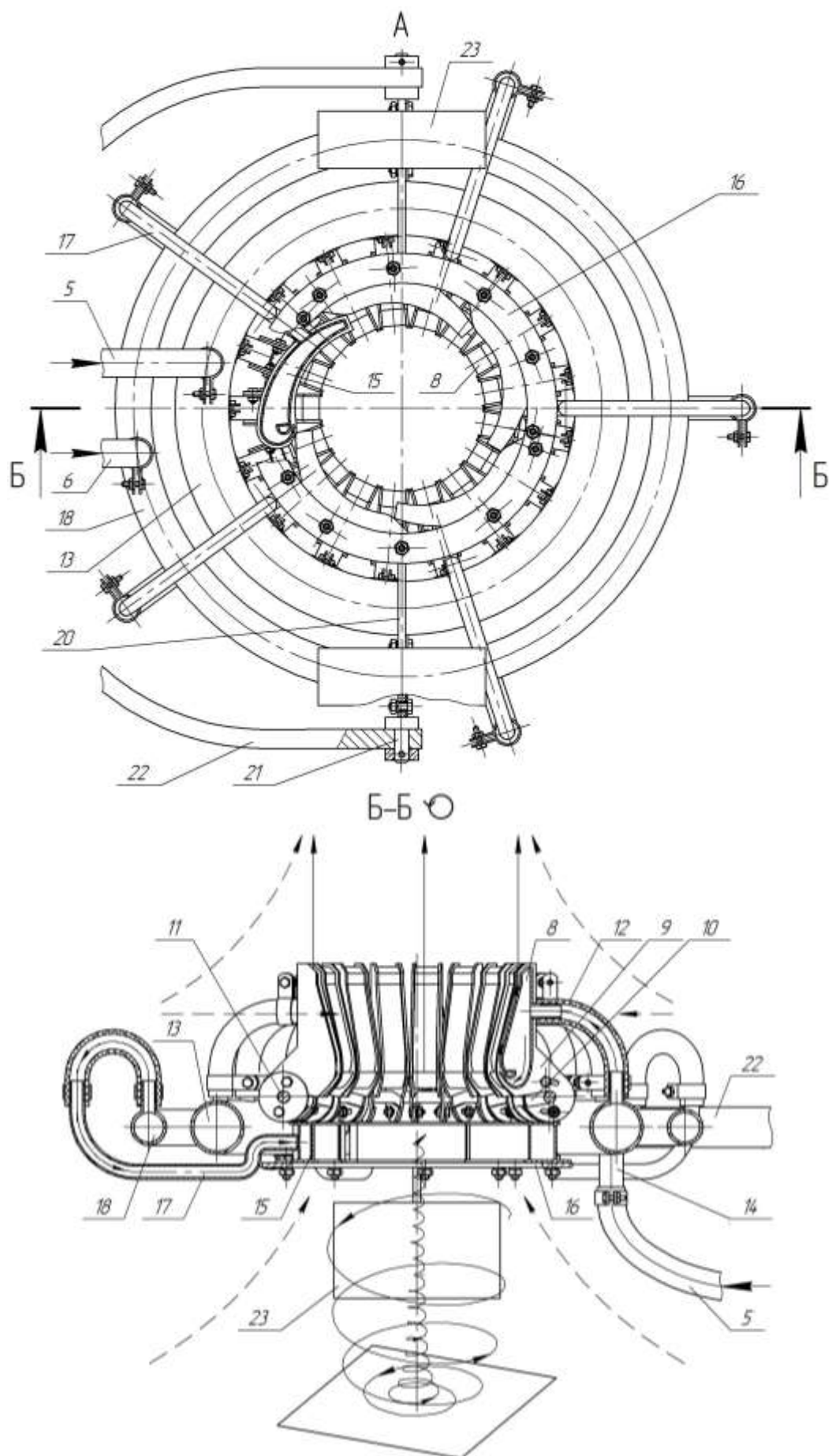


Рисунок 2 - Вид безлопастного вентилятора снизу (а)
и его продольный разрез (б)

Для независимого регулирования расхода сжатого воздуха, подаваемого от компрессора 4 к торообразным газораспределительным камерам 13 и 18 по гибким трубопроводам 5 и 6, последние подключены к вентилям 24 и 25, а плоский рычажный механизм приводится в действие гидроцилиндрами 26 и 27. При этом маслостанция (условно не показана), обеспечивающая их работу, приводится от общего с компрессором двигателя внутреннего сгорания.

Установка работает следующим образом. Для осуществления вентиляции карьера ее с помощью ходовой части 1 автомобиля доставляют в загазованную зону. При необходимости предварительно выверяют базу автомобиля в горизонтальной плоскости, после чего запускают компрессор 4 и связанную с его приводом маслостанцию, размещенные на поворотной горизонтальной платформе 2. Вращая эту платформу в нужном направлении, а также перемещая в вертикальной плоскости с помощью гидроцилиндров 26 и 27 звенья плоского рычажного механизма, основание 3 которого жестко закреплено на платформе, безлопастной вентилятор 7 доставляют в требуемую досягаемую точку загазованного пространства (рисунок 3). Благодаря балансировочным грузам 23, жестко прикрепленным к кронштейнам 20, безлопастной вентилятор 7 поворачивается на цапфах 21 относительно конечного звена 22 плоского рычажного механизма и постоянно находится в горизонтальном положении. В момент достижения в ресивере компрессора требуемого давления воздуха вентили 24 и 25 открывают. Сжатый воздух по гибким трубопроводам 5 и 6 через подводящие патрубки 14 и 19 поступает в полости торообразных газораспределительных камер 13 и 18. Далее сжатый воздух из 1-й торообразной газораспределительной камеры 13 по гибким рукавам 12 попадает внутрь полых сегментов 8, закрепленных посредством дисков 9 к круглым фланцам 10 несущего кольца 11 и образующих горловину безлопастного вентилятора 7. Одновременно с этим сжатый воздух из 2-й торообразной газораспределительной камеры 18 по трубопроводам 17 направляется в полые сегменты 15. Воздух, истекающий с большой скоростью из щелевых сопел полых сегментов 8, возбуждает первичные газовые потоки, направленные по поверхности Коанда, которые создают зону пониженного давления, благодаря чему воздушные массы, находящиеся под горловиной, всасываются в нее и выбрасываются вверх по направлению потока. В свою очередь воздух, истекающий из щелевых сопел закрепленных последовательно по окружности на несущей скобе 16 полых сегментов 15, огибает

их внутренние поверхности Коанда и закручивает движущийся через горловину поток, возбуждает эффект торнадо, усиливающий приток к безлопастному вентилятору газовой смеси из окружающего пространства. При этом регулируя вентилями 24 и 25 соотношение расходов сжатого воздуха, подаваемого от компрессора 4 к полым сегментам 8 горловины и к полым сегментам 15 завихрителя безлопастного вентилятора, добиваются максимально возможной его производительности.

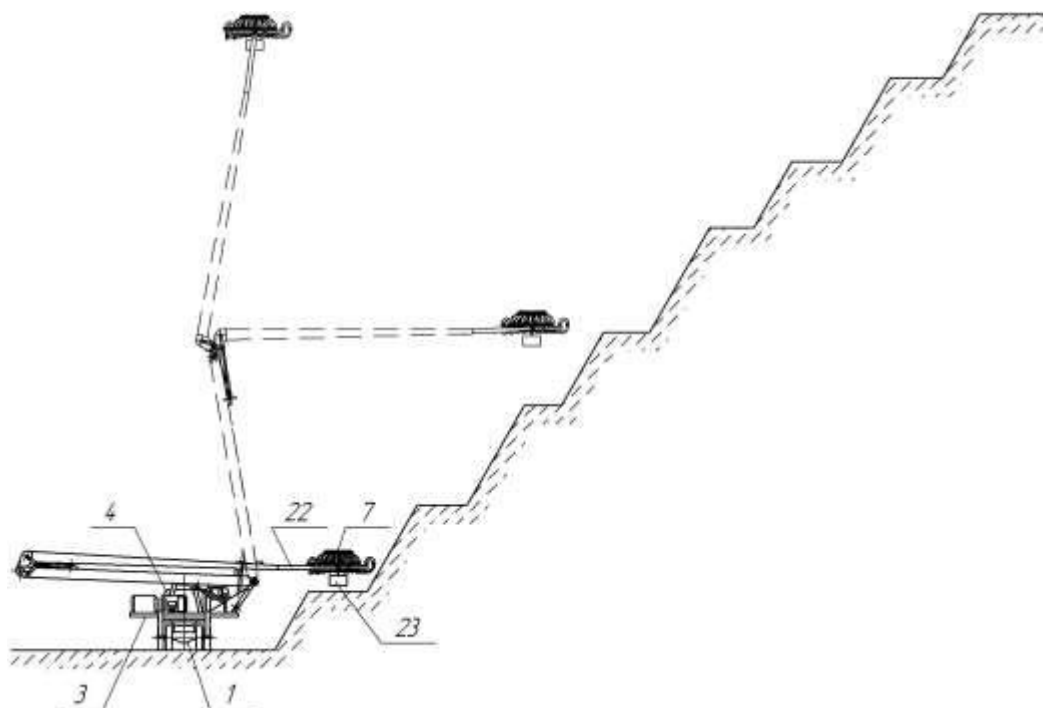


Рисунок 3 - Относительное положение элементов конструкции установки в рабочем положении (гибкие трубопроводы условно не показаны)

Таким образом, предлагаемая установка вентиляции карьеров в сравнении с известными аналогами обеспечивает более интенсивную эвакуацию из рабочей зоны вредных газов за счет значительного увеличения обслуживаемого пространства и так называемого умножающего эффекта прокачки газовой смеси, реализуемого с помощью безлопастного вентилятора.

Список источников.

1. Старостин И.И. Проветривание карьеров струйными вентиляторами в комплексе с устройством для аэрации / И.И. Старостин, А.В. Бондаренко // Наука и Образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2015. – № 1. – С. 32-41.
2. Конорев М.М. Обоснование выбора схем проветривания и режимов работы систем вентиляции карьеров / М.М. Конорев, Г.Ф. Нестеренко // Горный информационно-аналитический бюллетень (Научно-технический журнал). – 2002. – № 4. – С. 73-76.

3. Косарев Н.П. Аэродинамика струйно-всасывающей схемы вентиляции застойных зон глубоких карьеров / Н.П. Косарев, С.А. Тимухин, Ю.В. Попов и др. // Известия вузов. Горный журнал. – 2005. – № 4. – С. 16-18.
4. Сытенков В.Н. Управление пылегазовым режимом глубоких карьеров / В.Н. Сытенков. – М.: ООО «Геоинформцентр», 2003. – 288 с.
5. Конорев М.М. Оценка состояния и перспективы применения систем вентиляции и пылегазоподавления на карьерах / М.М. Конорев, Г.Ф. Нестеренко // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2012. – № 2. – С. 113-120.
6. Конорев М.М. Состояние исследований и перспективы применения систем вентиляции и пылегазоподавления в атмосфере карьеров / М.М. Конорев, Г.Ф. Нестеренко // Горный информационно-аналитический бюллетень (Научно-технический журнал). – 2008. – № 3. – С. 9-20.
7. Конорев М.М. К вопросу вентиляции и пылегазоподавления в атмосфере карьеров / М.М. Конорев // Горный информационно-аналитический бюллетень (Научно-технический журнал). – 2006. – № 3. – С. 107-126.
8. Голинько В.И. Вентиляция шахт и рудников / В.И. Голинько, Я.Я. Лебедев, О.А. Муха. – Днепропетровск: НГУ, 2014. – 266 с.
9. А. с. 590458 СССР, МПК E21F 1/08. Установка для проветривания карьеров / Филатов С.С., Павлов А.И., Росляков С.М. и др.; заявл. 10.10.1975, опубл. 30.01.1978. Бюл. № 4.
10. А. с. 581301 СССР, МПК E21F 1/00. Карьерная оросительно-вентиляционная установка / Азаров В.С., Варич Г.М., Верба В.Н. и др.; заявл. 11.12.1975, опубл. 25.11.1977. Бюл. № 43.
11. Патент 2630443 РФ, МПК F24F 7/00, F04D 25/00, F04D 29/00. Узел безлопастного вентилятора для эвакуации газопылевых выбросов из промышленных агрегатов / Смирнов Е.Н., Еронько С.П., Ткачев М.Ю. и др.; заявл. 23.05.2016, опубл. 07.09.2017. Бюл. № 25.

© С.П. Еронько, М.Ю. Ткачев, 2017