

DOI: 10.12737/24466

Крюков И.В., начальник отдела ОНИРС УПКВК
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

СНИЖЕНИЕ ОБЪЕМОВ УДАЛЯЕМОГО ВОЗДУХА В СИСТЕМАХ ОБЕСПЫЛИВАЮЩЕЙ ВЕНТИЛЯЦИИ ПРИ ПЕРЕГРУЗКЕ МАТЕРИАЛА ЗА СЧЕТ ОРГАНИЗАЦИИ ЕСТЕСТВЕННОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ ВОЗДУХА*

iliya.krukov@yandex.ru

Системы местной обеспыливающей вентиляции широко используются в различных отраслях промышленности. Однако затраты на их эксплуатацию с ростом производства увеличиваются. Одним из способов снижения этих затрат является организация рециркуляции воздуха. В работе исследован процесс естественной рециркуляции воздуха при перегрузках сыпучего материала в системах местной обеспыливающей вентиляции закрытого типа. Рассчитана эффективность от использования данной системы. Полученные результаты говорят о целесообразности использования данной системы для организации естественной рециркуляции.

Ключевые слова: обеспыливающая вентиляция, аспирационное укрытие, рециркуляция воздуха, байпасирование.

Введение. На предприятиях по производству строительных материалов, таких как гравий, щебень, керамзит и др. одной из важных составляющих производственного процесса являются конвейерные перегрузки. В местах падения материала на конвейер при его выгрузке из технологического оборудования или транспортировке образуется большое количество пыли, которая попадает в воздух рабочей зоны предприятия. Влияние пыли на состояние здоровья рабочих велико и при длительном воздействии может привести к развитию профессиональных заболеваний, в частности пневмокониозов [1].

Для борьбы с пылевыделениями используются системы местной обеспыливающей вентиляции [2–5], в особенности для локализации мест пылеобразования применяются укрытия в виде П-образных кожухов, снабженные местным вентиляционным отсосом – аспирационное укрытие (рис. 1).

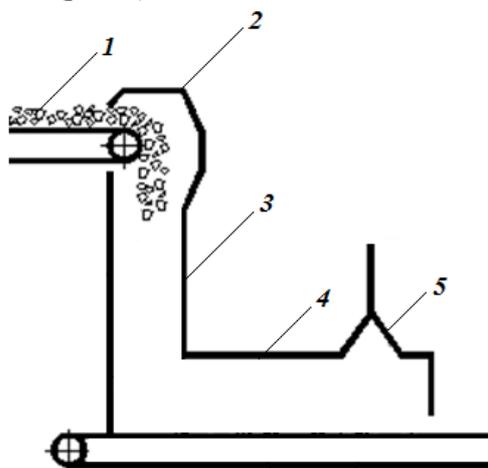


Рис. 1. Принципиальная схема аспирационного укрытия: 1 – перегружаемый материал, 2 – верхнее укрытие, 3 – загрузочный желоб, 4 – нижнее укрытие, 5 – аспирационный отсос

Наличие местного отсоса необходимо для удаления взвешенной пыли в полости нижнего укрытия, а также для создания в нем разрежения. Согласно исследованиям [6–13], разрежение в укрытии необходимо для борьбы с выбиванием пыли, возникающим в результате динамического взаимодействия падающего материала с воздухом, в ходе которого создается направленный воздушный поток, называемый эжекцией.

При проектировании системы аспирации необходимо помнить, что количество удаляемого из укрытия воздуха должно быть больше или равно количеству воздуха, поступающего по желобу [14]. Однако удаление больших объемов воздуха приведет к подсосыванию воздуха через неплотности укрытия, а это увеличит затраты на эксплуатацию и работу системы аспирации в целом. Основные затраты аспирационной системы направлены на работу вытяжного вентилятора.

Согласно рекомендациям [6–9], для борьбы с эжекцией и для снижения количества отсасываемого воздуха, предлагается использовать конструкцию укрытия с возможностью организации замкнутой рециркуляции воздуха.

Целью работы является исследовать снижение количества аспирируемого воздуха при перегрузке сыпучего материала за счет использования цилиндрической байпасной камеры.

Описание экспериментальной установки

По сравнению с проведенными ранее исследованиями [15–17], где для имитации потока эжектируемого воздуха использовался нагнетатель, экспериментальная установка претерпела некоторые изменения (рис. 2). Убрался верхний короб и осевой вентилятор. Верхний короб убрался для того, чтобы была возможность за-

сыпать материал в загрузочную трубу без каких либо сложностей. Нагнетатель убрался за ненадобностью, т.к. процесс эжектирования воздуха будет осуществляться за счет перегрузки материала. Параметры экспериментальной установки: размеры укрытия – длина 1100 мм, ширина

550 мм, высота 400 мм; диаметр байпасной камеры 200 мм; диаметр загрузочной трубы 100 мм; длина байпасной камеры и загрузочной трубы 1200 мм; диаметр вытяжного патрубка 100 мм.

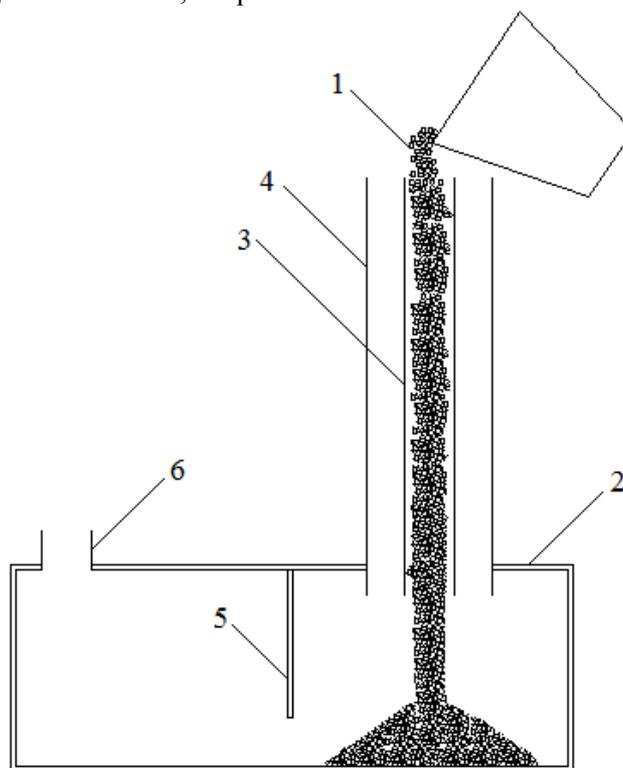


Рис. 2. Схема экспериментальной установки:
1 – перегружаемый материал; 2 – укрытие; 3 – загрузочная труба; 4 – байпас;
5 – вертикальная перегородка; 6 – вытяжной патрубок.

В качестве перегружаемого материала в эксперименте использовалась опока - кремнистая осадочная горная порода

плотностью $900 - 1200 \text{ кг/м}^3$, массой $2,2 \text{ кг}$, объемом $3 \text{ л} = 0,003 \text{ м}^3$ (рис. 3).



Рис. 3. Фото перегружаемого материала

Для того чтобы выяснить, какое влияние оказывает байпасная камера на расход удаляемого из укрытия воздуха проводилось измерение скоростей воздуха в сечении вытяжного патрубка при отсутствии и наличии торцевых перетеканий (рис. 4). Измерения выполнялись при помощи термоанемометра TESTO 425. Для случая, когда торцевые перетекания отсутствуют, количество удаляемого из укрытия воздуха бу-

дет равно количеству поступающего воздуха по загрузочной трубе за счет эжекции. При наличии торцевых перетеканий часть поступающего воздуха будет удаляться через вытяжной патрубок, а часть идти на рециркуляцию в байпасную камеру. Сравнение результатов при наличии и отсутствии торцевых перетеканий позволит определить эффективность байпасной камеры.

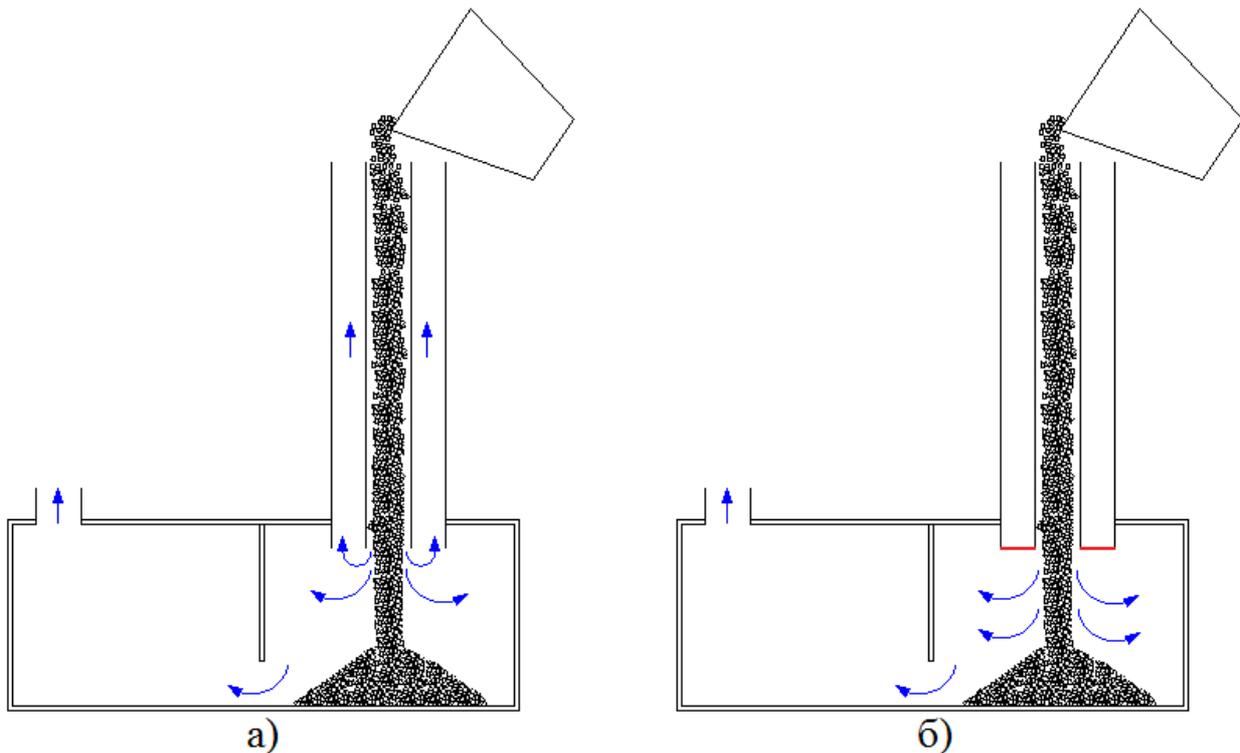


Рис. 4. Схема движения поступающего в укрытие воздуха за счет эжекции: а) при наличии торцевых перегородок (рециркуляция по байпасу); б) при отсутствии торцевых перегородок (байпас отсутствует).

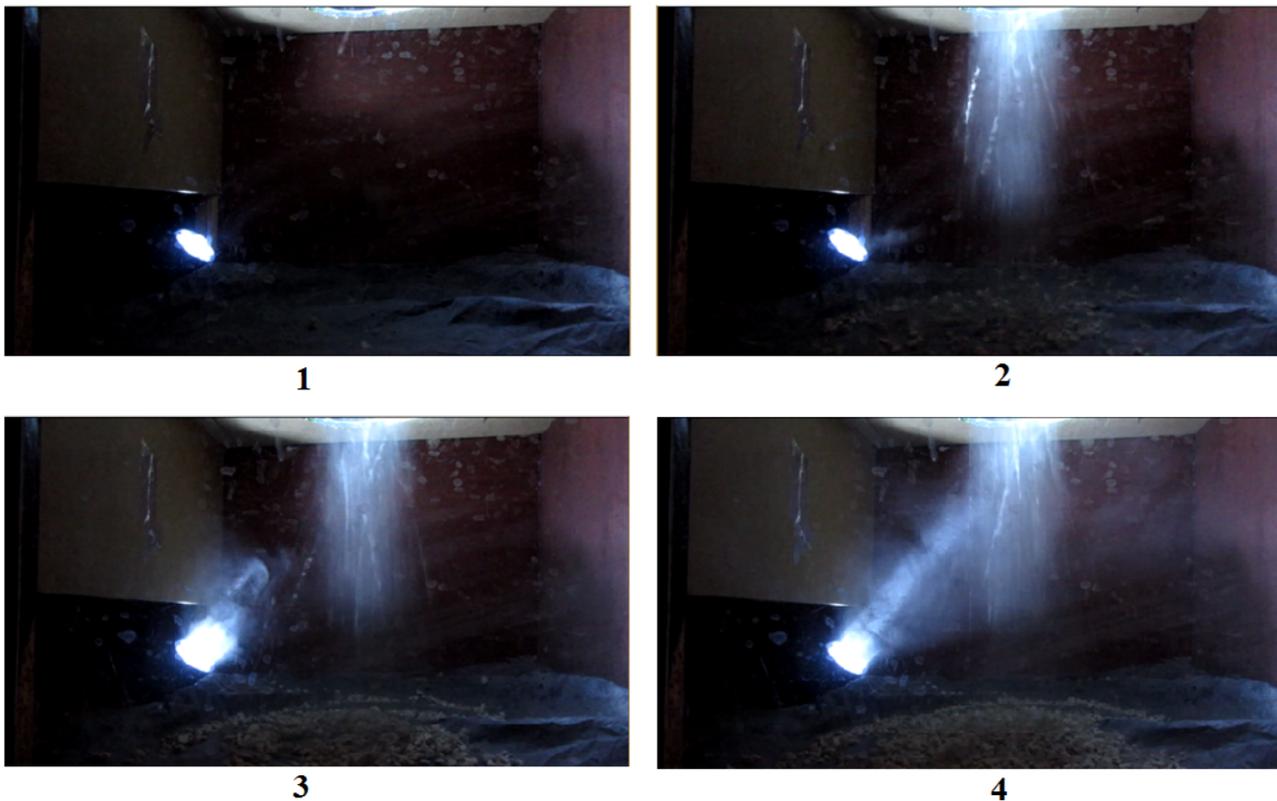


Рис. 5. Образование вихрей запыленного воздуха в укрытии

В ходе выполнения эксперимента проводилась видеосъемка процесса перегрузки материала при наличии торцевых перегородок (рис. 5).

Как видно из рисунка 5 поток запыленного воздуха и материала выходит из загрузочной трубы, материал падает (происходит выбивание

пыли), а воздух отражается от места падения материала и, не успев подняться, вовлекается в движение потоком падающего материала, образуя вихри.

После проведения экспериментов внутренние стенки байпасной камеры по всей длине бы-

ли покрыты слоем пыли, что говорит о движении запыленного воздуха по байпасной камере,

а, следовательно, подтверждает наличие циркуляции при перегрузке материала.

Таблица 1

Результаты проведенного эксперимента

Скорость удаляемого воздуха при отсутствии торцевых перетеканий $v_{y\partial}^c$, м/с	Расход удаляемого воздуха при отсутствии торцевых перетеканий $Q_{y\partial}^c$, м ³ /ч	Скорость удаляемого воздуха при наличии торцевых перетеканий $v_{y\partial}^6$, м/с	Расход удаляемого воздуха при наличии торцевых перетеканий $Q_{y\partial}^6$, м ³ /ч
0,83	23,5	0,37	10,5

Эффективность рециркуляции при отсутствии и наличии торцевых перетеканий определим по формуле

$$\delta = \frac{(Q_{y\partial}^c - Q_{y\partial}^6)}{Q_{y\partial}^c} \times 100\% = \frac{(23,5 - 10,5)}{23,5} \times 100\% = 55,3\%.$$

Таким образом, за счет организации замкнутой циркуляции воздуха посредством цилиндрической байпасной камеры возможно снижение расхода удаляемого воздуха в 2 раза. Полученные результаты позволят сделать аспирационную систему более энергоэффективной.

При сравнении результатов, полученных входе перегрузки сыпучего материала, с данными, полученными при имитации потока эжектируемого воздуха за счет использования нагнетателя [15–17], расхождение составляет не более 10 %.

**Настоящая работа выполнена при финансовой поддержке Совета по грантам Президента РФ (проект МД-95.2017.8).*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бабанов С.А., Гайлис П.В. Пневмокониозы от воздействия производственной пыли различной степени фиброгенности // Трудный пациент. 2010. Т.8. №5. С. 35–38.
2. Логачев И.Н., Логачев К.И. Аэродинамические основы аспирации. СПб.: Изд. Химиздат, 2005. 659 с.
3. Логачёв И.Н., Логачёв К.И., Аверкова О.А. Энергосбережение в аспирации. Теоретические предпосылки и рекомендации. Москва. Ижевск: РХД, 2013. 504 с
4. Logachev I.N., Logachev K.I., Industrial Air Quality and Ventilation Controlling Dust Emissions. CRC Press, Boca Raton, London, New York, 2014, 401 p.
5. Logachev I., Logachev K., Averkova O. Local Exhaust Ventilation. Aerodynamic Processes and Calculations of Dust Emissions. CRC Press, Boca Raton, London, New York, 2015, 549 p.

6. Аверкова О.А., Логачев И.Н., Логачев К.И. Эжекция воздуха потоком сыпучего материала в пористой вертикальной трубе с байпасной цилиндрической камерой // Инженерно-физический журнал. 2015. Т. 88. № 4. С. 813–826.

7. Логачев И.Н., Логачев К.И., Аверкова О.А. Эжекция воздуха при перегрузках сыпучих материалов в вертикальных каналах с ковшами. Сообщение 1. Закономерности изменения эжекционного напора в желобах // Известия вузов. Строительство. 2013. №9. С. 53–63.

8. Логачев И.Н., Логачев К.И., Аверкова О.А. Эжекция воздуха при перегрузках сыпучих материалов в вертикальных каналах с ковшами. Сообщение 2. Эжектирующие свойства ленточного ковшового элеватора // Известия вузов. Строительство. 2013, №10. С.38–47.

9. Логачев И.Н., Логачев К.И., Аверкова О.А. Эжекция воздуха при перегрузках сыпучих материалов в вертикальных каналах с ковшами. Сообщение 3. Обсуждение результатов исследований // Известия вузов. Строительство. 2014. №1. С. 66–74.

10. Логачев И.Н., Логачев К.И., Аверкова О.А. Толмачева Е.И. Разработка способов снижения объема аспирации при перегрузках сыпучих материалов ковшовыми элеваторами. Сообщение 1. Особенности расчетной схемы аспирации элеваторных перегрузок // Известия вузов. Строительство. 2014. №2. С.46–56.

11. Логачев И.Н., Логачев К.И., Аверкова О.А. Толмачева Е.И. Разработка способов снижения объема аспирации при перегрузках сыпучих материалов ковшовыми элеваторами. Сообщение 2. Снижение объемов аспирации // Известия вузов. Строительство. 2014. №3. С.42–51.

12. Логачев И.Н., Логачев К.И., Аверкова О.А., Толмачева Е.И. Разработка способов снижения объема аспирации при перегрузках сыпучих материалов ковшовыми элеваторами. Сообщение 3. Результаты расчетов и их обсуждение // Известия вузов. Строительство. 2014. №4. С. 86–98.

13. Логачев К.И., Крюков И.В., Аверкова О.А. Моделирование воздушных потоков в аспирационном укрытии с рециркуляцией // Новые огнеупоры. 2015. № 8. С. 57–62.

14. Логачев И.Н., Должикова Т.А. Основы проектирования и конструирования систем обеспыли-вающей вентиляции: Учебное пособие // 2-е изд., стер. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009. 83 с.

15. Крюков И.В., Логачев И.Н., Уваров В.А. Исследование процессов минимизации объемов удаляемого воздуха при комбинированном использовании перфорированного желоба с цилиндрической байпасной камерой // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №8. С. 108–112.

16. Крюков И.В., Логачев И.Н., Уваров В.А. Исследование процессов рециркуляции воздуха в перфорированном желобе с байпасной камерой, находящимся под избыточным давлением // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №7. С. 85–89.

17. Логачев К.И., Крюков И.В., Аверкова О.А. Моделирование воздушных потоков в аспирационном укрытии с рециркуляцией // Новые огнеупоры. 2015. №8. С. 57–62.

Kryukov I.V.

DECREASE IN VOLUMES OF EXHAUST AIR IN SYSTEMS OF DEDUSTING VENTILATION THROUGH ORGANIZATION OF NATURAL AIR CIRCULATION WHEN OVERLOADING MATERIAL

Local systems of dedusting ventilation is widely used in various industries. However, their operating costs are increasing with the growth of production. One way to decrease these costs is the organization of air recirculation. One way to decrease these costs is the organization of air recirculation. The process of natural air circulation was researched in system of local dedusting ventilation closed type when overloading bulk materials. Calculated efficiency of the use of this systems. Obtained results suggest the feasibility of using the system for the organization of natural air circulation.

Key words: *dedusting ventilation, ventilation shelter, air recycling, bypassing.*

Крюков Илья Валерьевич, начальник отдела ОНИРС УПКВК.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46

E-mail: iliya.krukov@yandex.ru