

УДК 628.511.4

ПРИМЕНЕНИЕ ВИХРЕВЫХ ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ ПЫЛЕВЫХ ВЫБРОСОВ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ЗАВОДОВ

Боровков Д.П.¹, Николенко М.А.², Полицимако К.А.³

^{1,3} ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет», 400001, г. Волгоград, Академическая ул., 1,

² ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», 344000, г. Ростов-на Дону, пл. Гагарина, 1,
e-mail: 1frigate@yandex.ru

Аннотация. Предприятия дорожностроительной отрасли, в силу ряда особенностей технологического процесса, являются мощным источником пылевого загрязнения воздушной среды. Существенный вклад в пылевое загрязнение вносят асфальтобетонные заводы. Очистка выбросов пылевых выбросов асфальтобетонных заводов требует использования эффективного оборудования, характеризующегося компактностью, простотой и низким потреблением энергии. Настоящая работа посвящена изучению возможности применения вихревых пылеуловителей, отвечающих перечисленным требованиям, в системах очистки пылевых выбросов асфальтобетонных заводов.

Цель. Разработать компоновочную схему системы очистки пылевых выбросов асфальтобетонного завода с применением вихревых пылеуловителей. Провести оценку эффективности очистки пылевых выбросов предложенной системой.

Методы. Для определения эффективности очистки пылевых выбросов проводились экспериментальные исследования на лабораторной установке. Измерения проводились по стандартной методике измерения параметров запыленных газовых потоков.

Результаты. Получены экспериментальные зависимости, характеризующие эффективность очистки пылевых выбросов. Определены параметры, позволяющие достигать наиболее высокой эффективности работы предложенной установки.

Ключевые слова: Очистка пылевых выбросов, асфальтобетонные заводы, пылевое загрязнение, вихревые пылеуловители

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время вопросы обеспечения экологической безопасности дорожного строительства остро стоят на повестке дня. Наблюдаемая в течение последнего десятилетия тенденция к увеличению протяженности дорожной сети крупных и средних городов, обусловленная ростом количества коммерческого и частного автотранспорта, обуславливает потребность в производстве все больших количеств сырья и материалов, важнейшим из которых является асфальтобетон. Для производства асфальтобетонной смеси все чаще применяются передвижные и мобильные асфальтосмесительные установки, позволяющие минимизировать транспортные издержки, и что немаловажно в условиях повышения производительности время доставки.

Сдерживающим фактором при использовании передвижных и мобильных асфальтосмесительных установок в настоящий момент является недостаточная эффективность систем очистки пылевых выбросов, не позволяющих вписываться в ужесточающиеся экологические требования [1-3]. Кроме того, существующие системы, в подавляющем большинстве случаев, характеризуются применением мокрых пылеуловителей второй ступени очистки, что затрудняет их использование в виду необходимости подвода большого количества воды. Весьма сложной природоохранной задачей при этом также является утилизация шлама и возвратом уловленного пылевидного продукта в производство [3, 4].

АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ

В состав технологического оборудования асфальтобетонных заводов, производящих материалы для строительства и ремонта покрытия дорожной сети, входит большое количество технологических единиц, назначением которых является обработка или перемещение сыпучих и пылевидных материалов, которые, в виду особенностей технологического процесса, смешиваются с атмосферным воздухом [1-4]. Возрастающая интенсивность автомобильного движения (особенно грузовых перевозок), приводит к более интенсивному строительству новых и реконструкции и ремонту существующих участков дорожной сети [5, 6]. Все большее распространение в настоящее время получают передвижные и мобильные АБЗ средней и малой производительности, позволяющие сокращать транспортные издержки при доставке асфальтобетона к месту строительства [7].

Однако, проблема повышенных пылевых выбросов, при использовании мобильного и передвижного оборудования АБЗ встает с повышенной остротой. Причинами этого являются

размещение АБЗ в непосредственной близости от селитебных зон, а также сложности в применении стандартного пылеулавливающего оборудования на мобильных АБЗ, обусловленная рядом компоновочных и технологических особенностей последних [1-4, 5, 7].

Для решения проблемы очистки выбросов мобильных АБЗ, в ряде работ [9-12], предлагается применение пылеуловителей на встречных закрученных потоках, характеризующихся высокими показателями эффективности очистки мелкодисперсных пылевых выбросов предприятий строительной индустрии, а также высокой эксплуатационной надежностью, характерной для инерционных пылеуловителей [9-12]. Учитывая изложенные сведения, целью, поставленной в настоящей работе выбрана разработка компоновочных схем систем очистки пылевых выбросов асфальтосмесительных установок передвижных и мобильных асфальтобетонных заводов, с использованием вихревых пылеуловителей и исследование эффективности их применения.

ИСПОЛЬЗОВАННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

При проведении лабораторных исследований по определению эффективности очистки пылевых выбросов экспериментальной установки использован комплект стандартного оборудования, применяемый для измерения характеристик запыленного потока, состоящий из микроанометров ММН-250, электроаспиратора, пневмометрических и пылеотборных трубок конструкции НИИОГАЗ, патроны Алонжа, фильтры АФА [13]. При определении массы пылевых частиц, осевших на поверхности фильтров АФА были использованы лабораторные аналитические весы Acculab ALC-210d4. Определение эффективности улавливания пылевых частиц проводилось посредством сопоставления расходов пылевоздушной смеси и величин концентраций пылевых частиц в характерных сечениях лабораторной установки.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

При проектировании экспериментальной установки, основным ее элементом, основываясь на вышеизложенных доводах, выбран пылеуловитель серии ВЗП. С целью доведения его общей и фракционной эффективности до уровня, обеспечивающего выполнение экологических требований, предъявляемых к выбросам предприятий, расположенных в городской черте, компоновочная схема экспериментальной установки дополнена рукавным фильтром. Для предотвращения преждевременного забивания и износа фильтрующего элемента в фильтр подается поток, характеризующийся малой концентрацией пылевых частиц, в виду прохождения им центробежного пылеконцентратора [14-17]. Схема установки представлена на рис. 1.

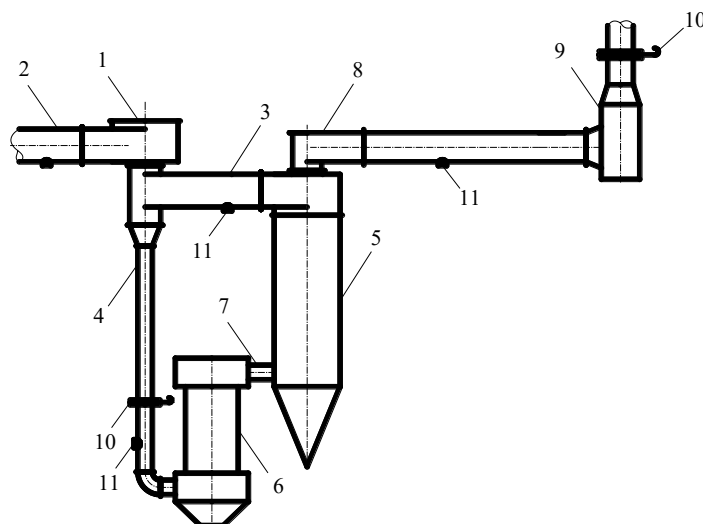


Рис.1. Схема экспериментальной установки. 1 – пылеконцентратор; 2, входной тангенциальный патрубок пылеконцентратора; 3 – входной патрубок вихревого пылеуловителя; 4 – осевой патрубок пылеконцентратора; 5 – вихревой пылеуловитель; 6 – тканевый фильтр; 7 – вторичный ввод вихревого пылеуловителя; 8 – раскручиватель потока; 9 – вентилятор; 10 – регулирующая заслонка; 11 – замерыные штуцеры.

При проведении экспериментальных исследований, в качестве факторов, оказывающих определяющее влияние на эффективность работы установки выбраны: критерий Рейнольдса, вычисленный исходя из величины расхода очищаемого газа, проходящего через сечение сепарационной камеры вихревого пылеуловителя Re ; интенсивность закрутки очищаемого газа в пылеконцентраторе Φ^* ; и доля расхода очищаемого газа, подаваемого через рукавный фильтр на вторичный ввод вихревого пылеуловителя L_2/L_0 . Для обеспечения достоверных результатов при проведении исследований, для создания пылевоздушной смеси использовалась пыль, отобранная от сушильного барабана действующего АБЗ. Начальная концентрация пылевых частиц, обеспечиваемая вибродозатором, составляла 2500 мг/м^3 , что соответствует аналогичным значениям на выходе из сушильных барабанов АБЗ.

Результаты, полученные в ходе проведения лабораторных исследований, представлены на рис. 2.

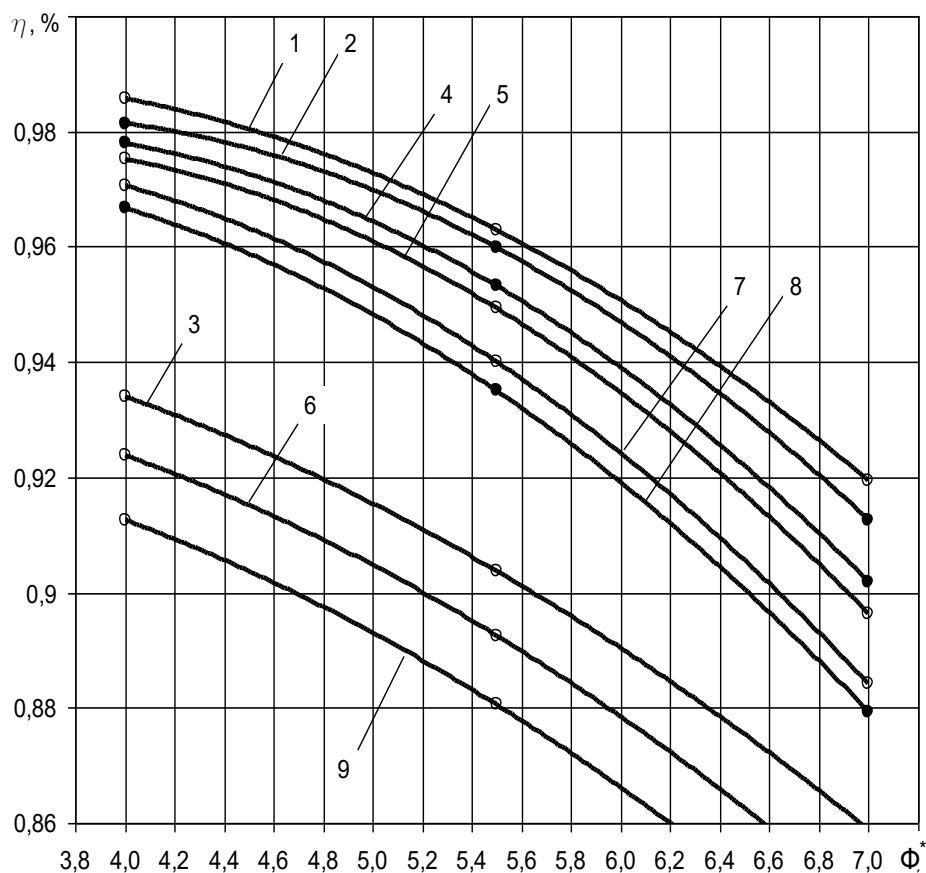


Рис.2. Зависимость эффективности очистки пылевых выбросов опытно-промышленной установки от значения геометрического интегрального параметра интенсивности закрутки потока, создаваемого улиточным закручивателем $\eta (\Phi^*)$:

- 1 – $Re=4,1 \times 10^5$, $L_2/L_0=0,38$; 2 – $Re=4,1 \times 10^5$, $L_2/L_0=0,26$; 3 – $Re=4,1 \times 10^5$, $L_2/L_0=0,14$;
 4 – $Re=5,9 \times 10^5$, $L_2/L_0=0,38$; 5 – $Re=5,9 \times 10^5$, $L_2/L_0=0,26$; 6 – $Re=65,9 \times 10^5$, $L_2/L_0=0,14$;
 7 – $Re=7,7 \times 10^5$, $L_2/L_0=0,38$; 8 – $Re=7,7 \times 10^5$, $L_2/L_0=0,26$; 9 – $Re=7,7 \times 10^5$, $L_2/L_0=0,14$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Статистическая обработка экспериментальных результатов позволила получить эмпирическую зависимость, описывающую изменение эффективности очистки выбросов АБЗ от определяющих факторов:

$$\eta = 0,719 - 5,4998 \times 10^{-8} \frac{L_2}{L_o} Re + 0,0019 \frac{L_2}{L_o} \Phi_k^* - 1,19 \times 10^{-7} Re \Phi_k^* + 2,701 \times 10^{-7} Re + \\ + 0,0351 \Phi_k^* + 0,721 \frac{L_2}{L_o} - 1,5001 \times 10^{-12} Re^2 - 0,0048 \Phi_k^{*2} - 1,0702 \left(\frac{L_2}{L_o} \right)^2 \quad (1)$$

Как следует из полученных результатов, представленных на рис. 1, наилучшая эффективность очистки выбросов достигается лабораторной установкой в режиме расхода очищаемого газа, характеризующегося значениями $Re = 4,2 \times 10^4 - 4,6 \times 10^4$, при значениях определяющих факторов, характеризующихся сочетанием $L_2/L_o = 0,38 - 0,41$ и $\Phi_k^* = 3,9 - 4,1$. Такое сочетание позволяет достигать величины степени очистки пылевого выброса сушильного барабана асфальтобетонного завода $\eta = 0,979$. Такой уровень очистки является достаточно высоким, и в подавляющем большинстве случаев, позволяет достигать выполнения нормативов ПДВ, рассчитанных с учетом близкого расположения селитебных зон.

ВЫВОДЫ

1. Вихревые пылеуловители являются эффективным пылеулавливающим оборудованием, которое в виду простоты конструкции и удачным массово-габаритным характеристикам подходит для очистки пылевых выбросов мобильных АБЗ;
2. Разработана, и испытана в лабораторных условиях компоновочная схема системы очистки пылевых выбросов мобильных АБЗ, включающая в себя вихревой пылеуловитель, снабженный пылеконцентратором и тканевым фильтром вторичного потока;
3. В ходе экспериментальных исследований, проведенных на лабораторной установке, определен наиболее выгодный аэродинамический режим работы, позволяющий достигать степени очистки пылевых выбросов сушильных барабанов АБЗ $\eta = 0,979$;
4. Применение систем очистки пылевых выбросов предлагаемой схемы позволяет достигать выполнения нормативов ПДВ, при работе передвижных АБЗ в непосредственной близости селитебных зон.

ЛИТЕРАТУРА

1. О применении ГОСТ Р 56929-2016 при мониторинге пылевого загрязнения атмосферного воздуха городских территорий / В. Н. Азаров, Е. Ю. Козловцева, А. В. Азаров [и др.] // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2018. – № 53(72). – С. 132-140. – EDN XZHVIL.
2. Мензелинцева, Н.В. Сушильный барабан как источник загрязнения на асфальтобетонных заводах / Н.В. Мензелинцева, Л.В. Ковалева // Науч.-техн. конф. “Проблемы охраны производственной и окружающей среды”. – Волгоград, 2000. – С.43-44.
3. Мензелинцева, Н.В. Анализ загрязнения атмосферы выбросами асфальтобетонных заводов / Н.В. Мензелинцева, Е.С. Круподерова, В.А. Артамонов, Н.Ю. Карапузова // П Всерос. науч.-практ. конф. “Окружающая природная среда и экологическое образование и воспитание”. – Пенза, 2002. – С.55-56.
4. Балтренас, П.Б. Обеспыливание воздуха на предприятиях строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1990. – 180 с.:ил.
5. Азаров, В.Н. Особенности образования и распространения пыли асфальтобетонных заводов / В.Н. Азаров, Е.И. Богуславский, Н.М. Сергина, В.Н. Учаев // Всерос. науч.-практ. конф. “Аэрозоли в промышленности и в атмосфере”. – Пенза, 2001. – С.67-68.
6. Немчинов М.В., Шабуров С.С., Пашков В.К. и др. Экологические проблемы строительства и эксплуатации автомобильных дорог: В 2-х ч./ Под ред. М.В. Немчинова. – Москва-Иркутск, 1997.
7. Колышев, В.И. Асфальтобетонные и цементобетонные заводы / В.И. Колышев, П.П. Костин, В.В. Силкин, Б.Н. Соловьев. – М.: Транспорт, 1982. – 207 с.
8. Азаров, В.Н. Системы пылеулавливания с инерционными аппаратами в производстве строительных материалов [Текст] / В. Н. Азаров, Н. М. Сергина // Строительные материалы. – 2003. – №8. – С.14-15.
9. Азаров, В.Н. Пылеуловители со встречными закрученными потоками [Текст]: обзор изобретений / В.Н. Азаров, Л.Н. Волинцева, Н.М. Сергина, О.В. Юркьян, Б.Т. Донченко, В.Н. Мартыанов.- Волгоград, ООО «Ассоциация Волгоградэкотехзерно». – 1999. – 48 с.

10. Азаров, В.Н. Пылеуловители со встречными закрученными потоками. Опыт внедрения: Монография [Текст] / В.Н. Азаров – Волгоград: РПК «Политехник» ВолгГТУ, 2003. – 136 с.
11. Балтрена, П.Б. Обеспыливание воздуха на предприятиях строительных материалов / П.Б. Балтрена. – М.: Стройиздат, 1990. – 180 с.:ил.
12. Медников, Е.П. Вихревые пылеуловители [Текст] / Е.П. Медников // Промышленная и санитарная очистка газов Сер. ХМ – 14. – М.: ЦИНТИхимнефтемаш, 1975. – 44 с.: ил.
13. Леончик, Б.И. Измерения в дисперсных потоках / Б.И. Леончик, В.П. Маякин – М.: Энергия, 1971. – 248с.: ил.
14. Боровков, Д.П. Повышение эффективности пылеуловителей на встречных закрученных потоках / Д.П. Боровков, И.В. Бурба, К.О. Чичиров // Региональная архитектура и строительство. – 2013. – № 3. – С. 157-163.
15. Азаров, В.Н. О транспортировании пылевых частиц закрученными потоками в воздуховодах систем аспирации и обеспыливающей вентиляции / В.Н. Азаров, Д.П. Боровков, С.В. Филиппова// Известия Юго-Западного государственного университета. – 2012. – № 3-1 (42). – С. 113-119.
16. Экба, С.И. Экспериментальные исследования эффективности очистки древесной пыли на предприятиях строительной индустрии пылеуловителями на встречных закрученных потоках / С.И. Экба, П.А. Сидякин, Д.П. Боровков, Д.В. Азаров // Современная наука и инновации. – 2013. – № 2 (2). – С. 12-18.
17. Stefanenko, I.V. Experimental optimization of dust collecting equipment parameters of counter swirling flow with coaxial leadthrough for air ventilation system and dust elimination / I.V. Stefanenko, V.N. Azarov, D.P. Borovkov // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Current Problems and Solutions. – 2019. – P. 012037.

APPLICATION OF VORTEX DUST COLLECTORS FOR CLEANING DUST EMISSIONS FROM ASPHALT CONCRETE PLANTS

¹Borovkov D.P., ²Nikolenko M.A., ³Politsimako K.A.

^{1,3} Volgograd State Technical University, 400001, Volgograd, Akademicheskaya 1

² Don State Technical University, 344000, Rostov-on-Don, Gagarin square 1

Annotation. Road construction enterprises, due to a number of features of the technological process, are a powerful source of dust pollution of the air environment. Asphalt concrete plants make a significant contribution to dust pollution. Cleaning of dust emissions from asphalt concrete plants requires the use of effective equipment characterized by compactness, simplicity and low energy consumption. This work is devoted to studying the possibility of using vortex dust collectors that meet the listed requirements in systems for cleaning dust emissions from asphalt concrete plants.

Objective. Develop a layout diagram of the dust emission cleaning system of an asphalt concrete plant using vortex dust collectors. Conduct an assessment of the efficiency of dust emission cleaning by the proposed system.

Methods. To determine the efficiency of dust emission cleaning, experimental studies were conducted on a laboratory setup. Measurements were made using the standard method for measuring the parameters of dusty gas flows.

Results. Experimental dependencies characterizing the efficiency of dust emissions cleaning have been obtained. Parameters allowing the highest efficiency of the proposed installation have been determined.

Key words: Cleaning of dust emissions, asphalt concrete plants, dust pollution, vortex dust collectors