

С.П. Еронько /д.т.н./, М.Ю. Ткачев

ГВУЗ "Донецкий национальный технический университет" (Донецк, Украина)

А.С. Сосонкин

ООО "Велекс" (Харьков, Украина)

Е.П. Дворников, Г.П. Брахов

ООО НПП "Промэнерго" (Донецк, Украина)

ИССЛЕДОВАНИЕ НА ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИНЦИПА ВЕНТИЛЯТОРА ДАЙСОНА В СИСТЕМАХ ГАЗОТСОСА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ АГРЕГАТОВ

Приведены методика и результаты исследования на физической модели процесса эвакуации газов с использованием системы, работающей по принципу вентилятора Дайсона. Установлены значения геометрических параметров сопел, при которых обеспечивается устойчивое протекание процесса отсоса газов.

***Ключевые слова:** газоочистка, эффект Коанда, вентилятор Дайсона, скорость газового потока, траектория.*

Постановка проблемы

Технологические процессы металлургического производства сопровождаются образованием большого количества газов и пыли, которые смешиваются и при отсутствии системы утилизации попадают в окружающую среду, в результате чего резко ухудшается экологическая ситуация в промышленных регионах Украины. Для предотвращения загрязнения воздуха в районах размещения крупных предприятий необходима разработка и внедрение в производство передовых методов очистки попутных газов, которые бы обеспечили с большой энергетической эффективностью достижение требуемого результата.

Наряду с традиционными системами газотосоа и газоочистки, основанными на применении мощных дымососов и вентиляторов, в ближайшей перспективе найдут промышленное использование установки, в которых направленная циркуляция газовой среды будет обеспечиваться путем создания зон пониженного давления за счет огибания движущимися потоками воздуха специальных профильных поверхностей. При этом ожидается снижение энергопотребления для выполнения транспортирующей функции во время эвакуации газопылевых выбросов, образующихся при работе технологических агрегатов металлургического производства.

Поэтому исследования возможности применения подобных газодинамических эффектов для реализации методов очистки газовых смесей применительно к металлургическим агрегатам имеют важное научно-практическое значение с точки зрения улучшения показателей экономии энергоносителей и защиты от загрязнения окружающей среды.

Анализ последних исследований и публикаций

В течение последних пятидесяти лет учеными было предложено много оригинальных методов активного воздействия на газовые потоки с целью обеспечения нужной траектории их движения для проведения операций очистки газовых смесей от мелких твердых частиц, которые выносятся из технологических агрегатов в окружающую среду [1]. Среди известных методов особое место занимают те, в основу которых положен так называемый эффект Коанда [2, 3]. Как свидетельствуют результаты исследований [4, 5], проведенных за рубежом, использование этого эффекта позволяет обеспечить эффективную эвакуацию газовых смесей из зоны их образования с помощью специальных вентиляторов и вспомогательных устройств, формирующих потоки воздуха особой формы с большим транспортировочным эффектом при достаточно малых энергетических затратах.

Явление притяжения газовой струи к стенке, ограничивающей поток, известно давно и описывалось многими исследователями, в т.ч. такими видными, как Юнг и Рейнольдс. Однако свое название это явление получило по имени работавшего во Франции румынского изобретателя Анри Коанда [6],

который в начале прошлого века впервые столкнулся с ним при испытании летательного аппарата Coandă-1910, считающегося первым прототипом реактивного самолета. Позже талантливый изобретатель предложил использовать этот эффект для реализации ряда технических решений, которые запатентовал во Франции в 1910 г., а также в Великобритании и Швейцарии в 1911 г.

Эффект Коанда нашел широкое применение при проектировании конструкций крыльев и фюзеляжей самолетов с целью увеличения подъемной силы; в вертолетостроении для компенсации реактивного момента от несущего винта и управления вертолетом "по рысканью"; центробежных компрессоров для турбоагрегатов отработанных газов, обеспечивающих повышение давления сжатия при спиральном наддуве воздуха [1]; устройств кондиционирования и вентиляции для лучшей циркуляции воздуха в помещении; самоочищающихся наклонных экранов в системах мелиорации [7]. Данный эффект используют в устройствах пылегазоочистки в металлургической, цементной и других отраслях. Так, например, его применение в комплексе с двухступенчатой эжекцией в конструкции фильтра фирмы "Intensiv Filter Himenviro GmbH" (Германия) позволило осуществить эффективную автоматическую регенерацию фильтровальных рукавов длиной до 8 м при минимальном расходе сжатого воздуха [8].

Среди технических разработок последних лет с использованием эффекта Коанда должное место следует отдать безопасному вентилятору британского новатора Джеймса Дэйсона [9...12]. В основе системы лежит кольцо, сечение которого похоже на профиль самолётного крыла. На внутренней его поверхности по всему периметру расположена щель толщиной 0,5...5 мм (предпочтительно 1,3 мм). Воздушная турбина, размещенная в основании вентилятора, подает воздух во внутреннюю полость кольца, который через узкую щель выходит с огромной скоростью, плавно огибает внутренний аэродинамический профиль и напротив центра кольца создает область разрежения, вызывающую втягивание воздушной массы с периферии. Возбуждаемый при этом вторичный воздушный поток, проходящий через центральное отверстие кольца со значительной скоростью, объединяется с первичным потоком, в результате чего формируется струя, выталкиваемая вперед из кольца, благодаря которой объем воздуха на выходе вентилятора увеличивается в среднем в 10...20 раз [9,10]. Следует также отметить, что средством для создания потока воздуха через сопло вентилятора Дэйсона (ВД) может быть не только турбина, приводимая в действие электродвигателем, но и другое устройство, например, компрессор [11,12]. Данное обстоятельство позволяет выдвинуть предположение о возможности использования принципа работы ВД при создании систем очистки газопылевых промышленных выбросов. Однако при этом стоит учитывать тот факт, что стабильный эффект Коанда возникает при строго определенном соотношении размера щели и диаметра сопла, а также зависит от места расположения щели, шероховатости и формы поверхности. Поэтому перспективы промышленного применения таких систем требуют дополнительной проверки и экспериментального подтверждения эффективности их функционирования.

Цель (задачи) исследования

Целью данной работы является экспериментальная проверка возможности применения эффекта Коанда в работе систем эвакуации и очистки газов, образующихся в процессах металлургического производства.

Основной материал исследования

Для проведения исследований был разработан лабораторный стенд, схема которого приведена на рисунке 1. В его состав входят два одинаковых сопла 1, выполненных в виде фрагмента кольца ВД (рисунок 2). При этом геометрические параметры "ячейки" (сопла) ВД выбирались таким образом, чтобы создавался максимально возможный массовый расход общего воздушного потока. Профиль 2 сопла 1 выполнен в виде свернутой полосы металла толщиной 0,6 мм и шириной 10 мм. Герметичность торцов сопел достигнута установкой резиновых прокладок 3 между профилем 2 и торцовыми накладками 4 с последующей стяжкой всей конструкции винтами 5 и 6. Сопла ("ячейки" ВД) закреплены на ползунках 7 с возможностью поворота относительно оси винтов 6. Ползунки 7 в свою очередь жестко связаны с зубчатыми рейками 8 и расположены в пазах 9 рамы 10 лабораторного стенда. Синхронизация перемещения сопел 1 относительно вертикальной оси осуществляется посредством установленного зубчатого колеса 11, одновременно находящегося в зацеплении с двумя зубчатыми рейками 8. Ползунки 7 с расположенными на них соплами 1 и зубчатые рейки 8 с синхронизирующим зубчатым колесом 11 монтируются на раме 10 лабораторного стенда, который устанавливается в специальную емкость 12 с торцовыми стенками 13, изготовленными из органического стекла.

Создание и поддержание избыточного давления (50 кПа) в соплах осуществляется подачей возду-

ха от компрессора в их внутреннюю полость при помощи пустотелых стяжных винтов 6 специальной конструкции. Винты 6 на участке профилей 2 сопел 1 имеют отверстия для нагнетания воздуха в их полости.

Подачу дыма, моделирующего и визуализирующего возбуждаемые газовые потоки, осуществляли от генератора через форсунку с щелью 14, обеспечивающей равномерное распределение имитатора газа в пространстве под соплами. При этом форсунка 14 имеет возможность изменять свое положение в вертикальной плоскости с помощью регулировочных винтов 15.

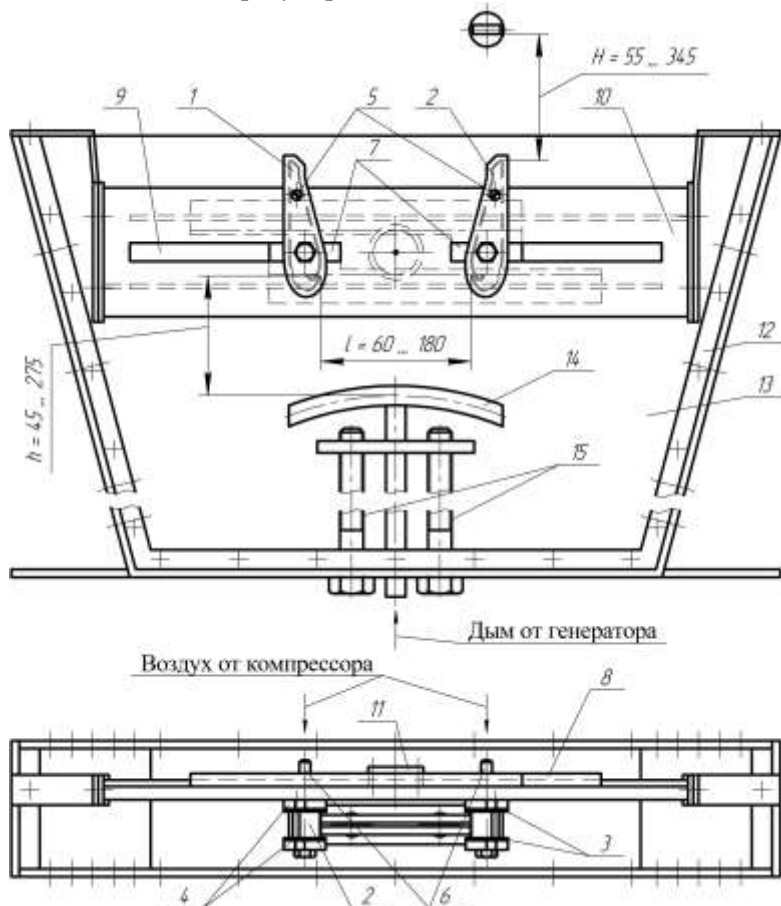


Рисунок 1 – Схема лабораторного стенда для исследования свойств и возможностей ВД с соплами, имеющими поверхность Коанда

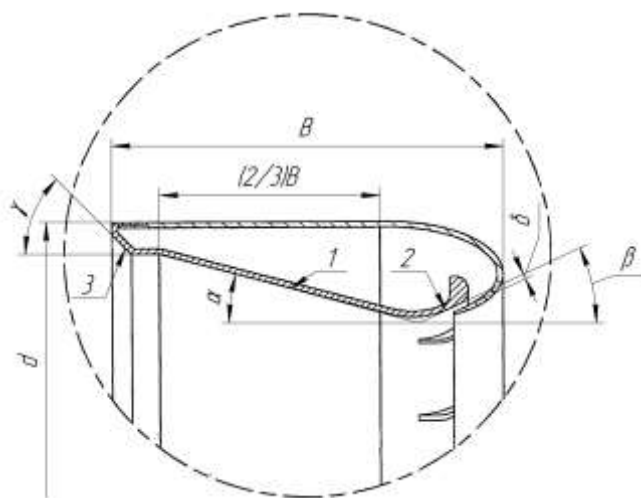


Рисунок 2 – Основные геометрические параметры профиля кольца ВД:

$B=50$ мм – ширина кольца; $(2/3)B$ – ширина диффузора; d – диаметр кольца; $\delta=0,7$ мм – ширина щели;
 $\alpha=15^\circ$ – угол наклона поверхности диффузора кольца 1 к его оси;
 $\beta=25^\circ$ – угол наклона поверхности Коанда 2 к оси кольца;
 $\gamma=45^\circ$ – угол наклона скошенной поверхности 3 к центральной оси

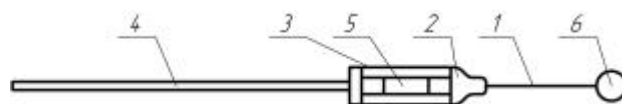


Рисунок 3 – Схема зонда для измерения скоростей потоков

Для контроля скорости газовых потоков, формирующихся на выходе плоской модели ВД, использовался измерительный зонд, снабженный тензорезисторным преобразователем, схематично представленный на рисунке 3. Зонд состоит из плоского упругого элемента с наклеенными фольговыми тензодатчиками 5, помещенного в герметичный стеклянный баллон 3, верхняя часть которого жестко соединена с полой штангой 4. Один конец упругого элемента защемлен, а другой соединен с рычагом 1, проходящим через отверстие в резиновом колпачке 2 и несущим диск 6 [13].

Тензорезисторный преобразователь позволяет преобразовать в электрический сигнал скоростной напор потока, пропорциональный квадрату его скорости и действующий на диск 6, размещаемый на удалении H от сопла (рисунок 1). Для его регистрации тензорезисторный преобразователь работает в комплексе с четырехканальным усилителем переменного тока УТЧ-1 и 12-ти разрядным многоканальным аналого-цифровым преобразователем L-CARD с персональным компьютером.

Физическое моделирование процесса эвакуации газов из зоны их образования проводилось при варьировании удаления h сопел с поверхностью Коанда от форсунки с щелевым отверстием в пределах 45...275 мм, расстояние l между самими соплами в пределах 60...180 мм и угла наклона поверхности диффузора сопла к вертикальной оси стенда в пределах $\alpha=\beta=-15...+25^\circ$. Во время эксперимента для каждой выбранной комбинации геометрических параметров (h, l, α) проводилась видеосъемка картин газовых потоков, возникающих в зоне размещения плоской модели ВД, и измерялись их скорости в горизонтальных плоскостях на различном удалении H по высоте от верхних торцов сопел вентиляторной системы, для чего зонд с тензорезисторным преобразователем закреплялся на кронштейне тележки, перемещаемой вдоль лабораторного стенда.

Зафиксированные картины, отображающие направленность потоков газа, эвакуируемого из зоны его выделения при различных соотношениях параметров плоской модели ВД, и поля скоростей эвакуируемой газо-воздушной смеси, полученные в результате обработки контрольных измерений в горизонтальных плоскостях на различном удалении по высоте H от верхнего торца плоской модели, представлены на рисунках 4...6.

Данные экспериментальных исследований об осредненных значениях скоростей газо-воздушных потоков и размерах их поперечных сечений позволили рассчитать объемные расходы газовых смесей, эвакуируемых при функционировании плоской модели ВД, для различных комбинаций его конструктивных параметров.

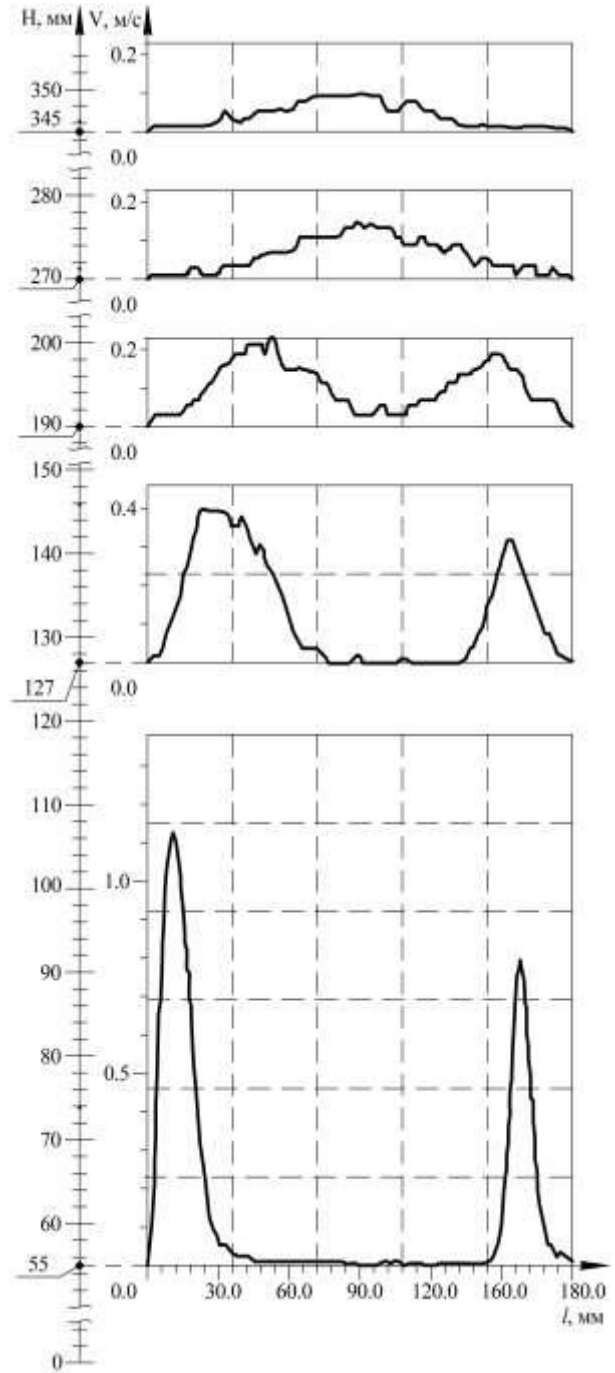
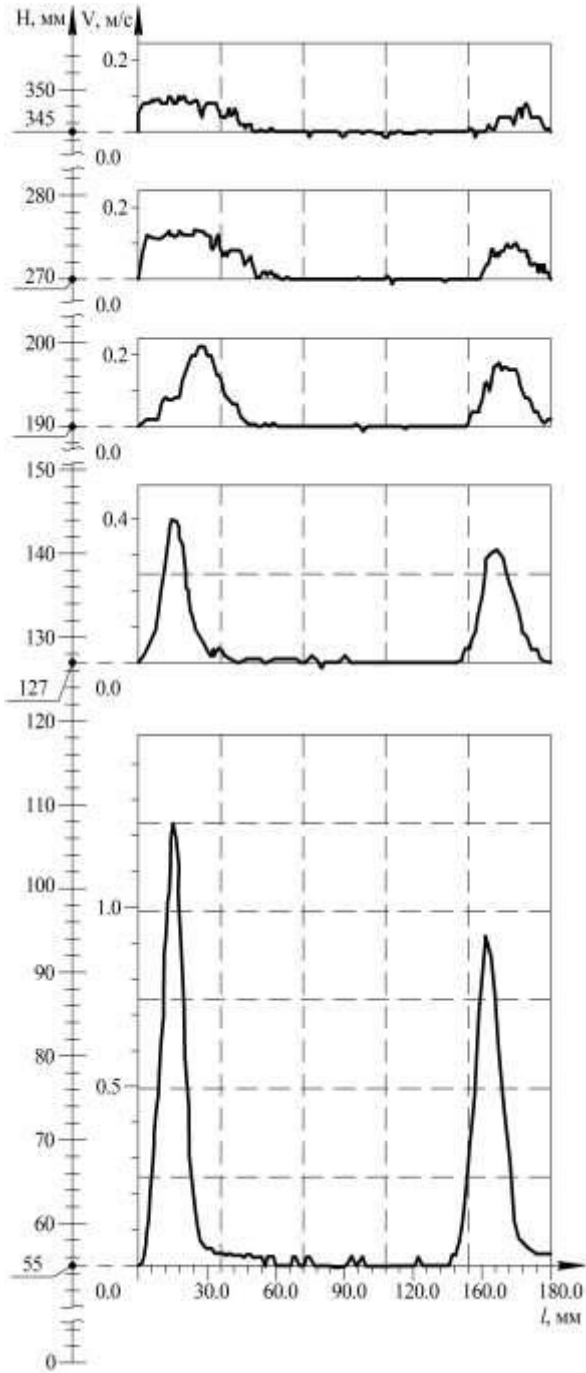
Отношение объемного расхода эвакуируемой смеси к объемному расходу воздуха, подаваемого компрессором к соплам плоской модели вентилятора, позволяет оценить энергетическую эффективность его работы. Указанное отношение в специальной литературе принято считать коэффициентом "умножающего эффекта". Данные о значениях этого коэффициента, полученные в ходе эксперимента, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Скоростные и расходные характеристики работы плоской модели ВД

Условия моделирования процесса эвакуации газа			Скорость потоков, возбуждаемая соплами, м/с			Суммарный расход газовой смеси на выходе вентилятора, $\cdot 10^{-6}$, м ³ /с	Коэффициент "умножающего эффекта"
l , мм	α , °	Суммарный расход рабочего воздуха, $\cdot 10^{-6}$ м ³ /с	Левое сопло	Правое сопло	Осредненная скорость		
60	-15	166	2,08	1,77	1,93	796	4,78
	5		2,12	1,68	1,88	893	5,36
	25		2,08	2,08	2,06	631	3,8
120	-15		1,93	1,66	1,8	1122	6,73
	5		1,99	1,52	1,76	1167	7
	25		1,76	1,36	1,56	970	5,8
180	-15		2,05	1,48	1,77	1224	7,35
	5		1,93	1,39	1,66	978	5,87
	25		1,62	1,12	1,36	869	5,22



а

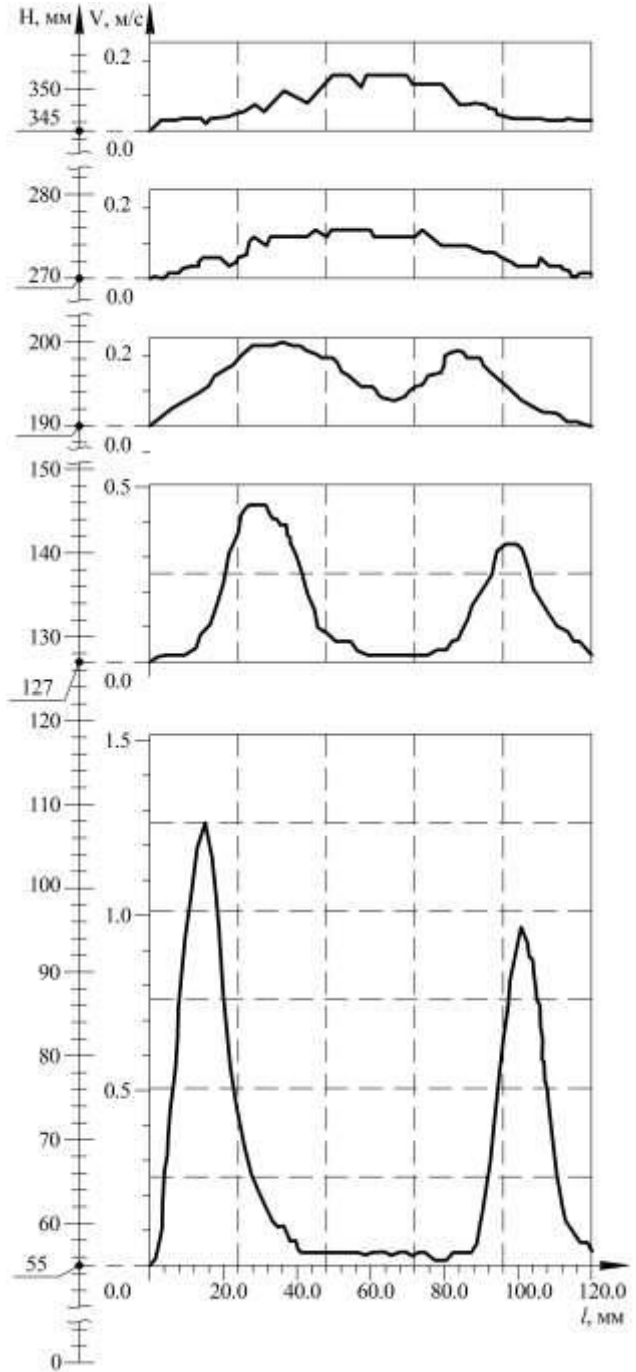
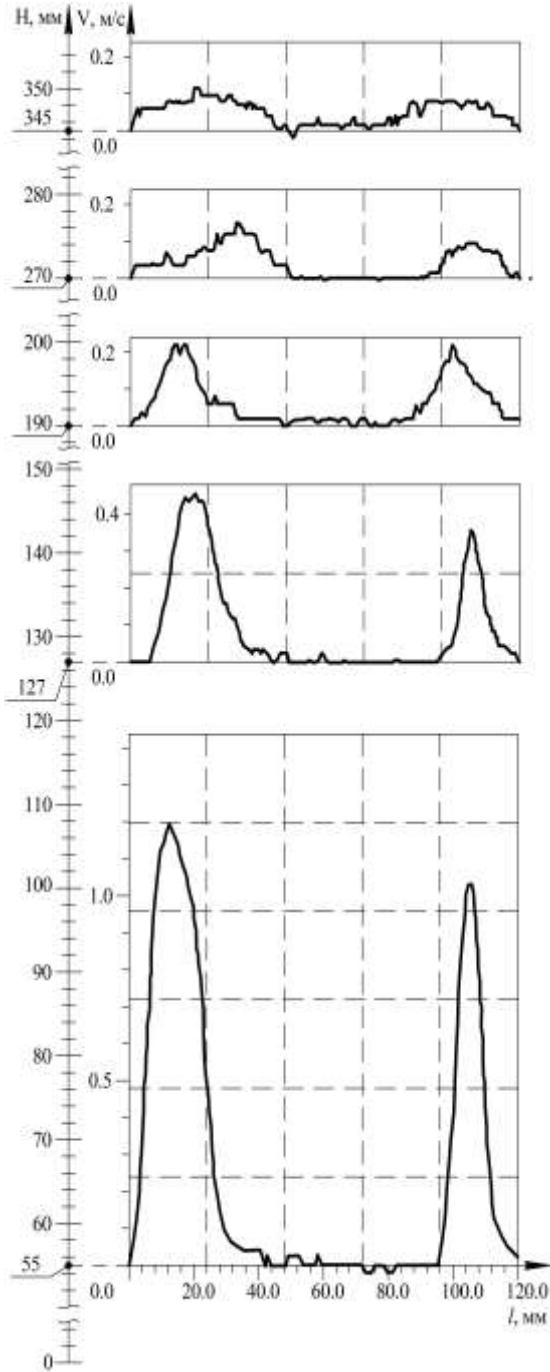


б

Рисунок 4 – Картина (а) и поля скоростей (б) воздушных потоков, формируемых плоской моделью ВД при $\alpha = -15^\circ$ (слева) и $\alpha = 5^\circ$ (справа) ($l = 180$ мм, $H = 55, 127, 190, 270$ и 345 мм)



а

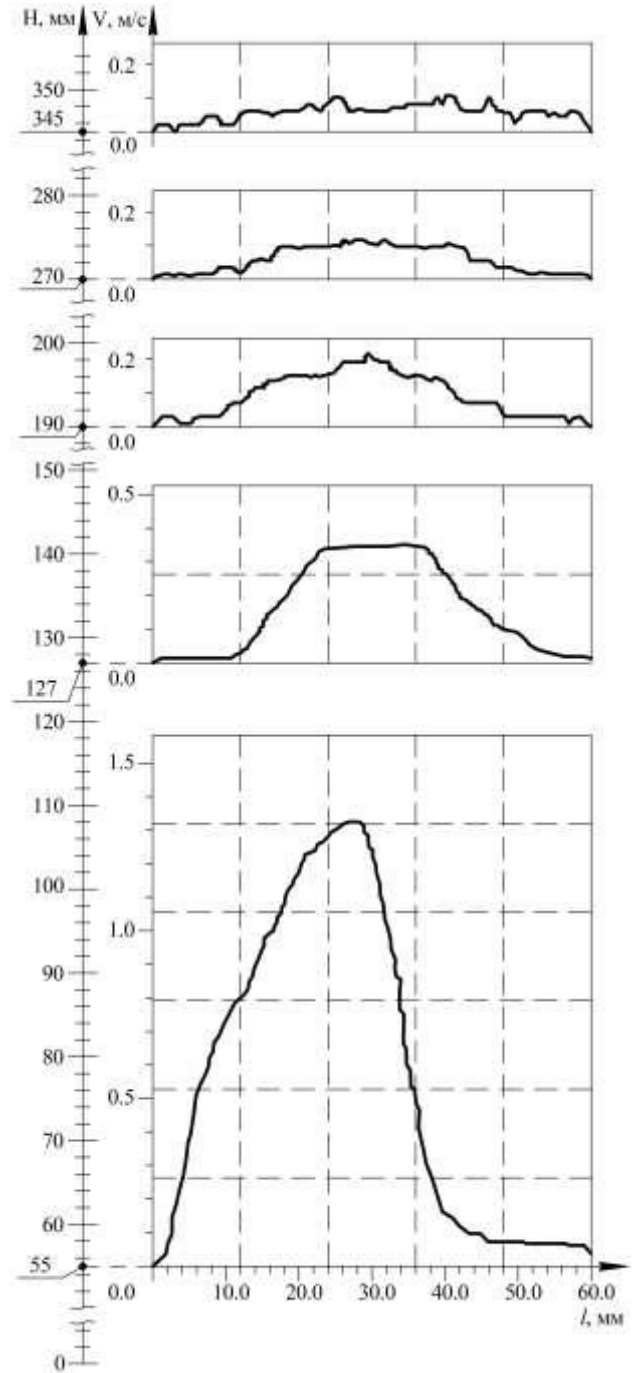
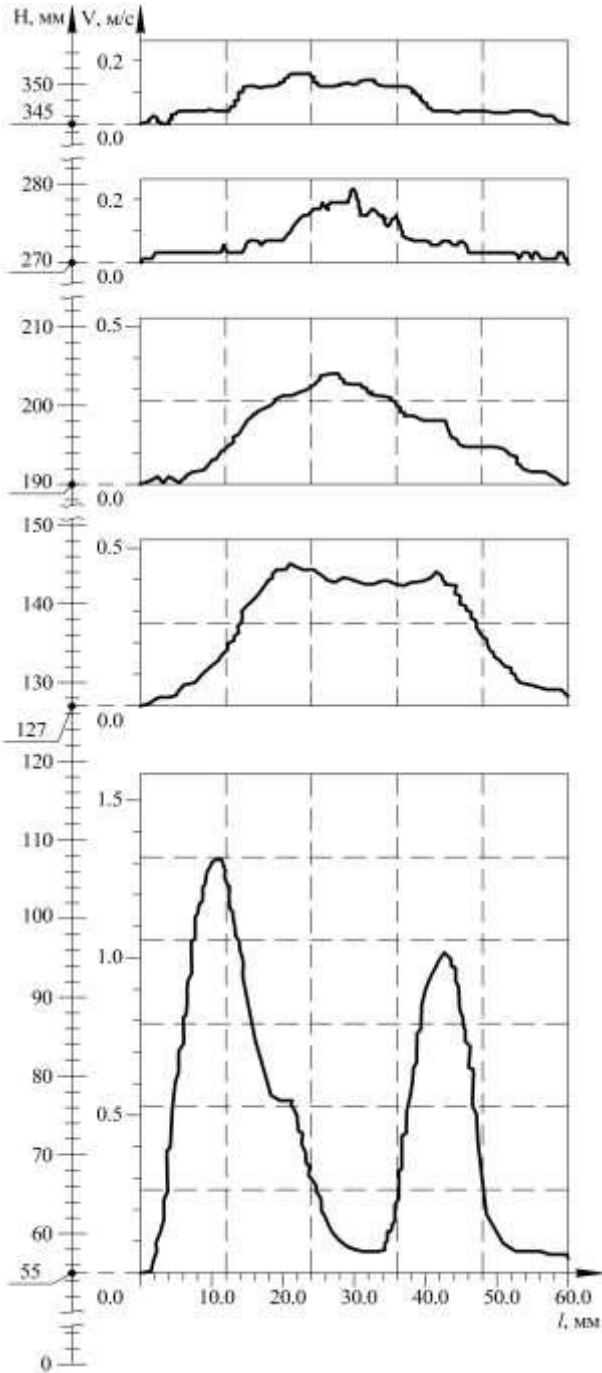


б

Рисунок 5 – Картина (а) и поля скоростей (б) воздушных потоков, формируемых плоской моделью ВД при $\alpha = -15^\circ$ (слева) и $\alpha = 5^\circ$ (справа) ($l = 120$ мм, $H = 55, 127, 190, 270$ и 345 мм)



а



б

Рисунок 6 – Картина (а) и поля скоростей (б) воздушных потоков, формируемых плоской моделью ВД при $\alpha=5^\circ$ (слева) и $\alpha=25^\circ$ (справа) ($l=60$ мм, $H=55, 127, 190, 270$ и 345 мм)

Информация, представленная на рисунках 4...6, свидетельствует о том, что эффективность функционирования исследуемой системы эвакуации газовых смесей может быть обеспечена при удачно подобранных ее конструктивных параметрах. При этом устойчивый режим работы вентиляционной системы зависит от правильной и, прежде всего, симметричной установки сопел относительно ее

вертикальной оси. Например, наилучшая равномерность распределения потоков эвакуируемой газовой среды по сечению модели наблюдалась в том случае, когда расстояние между соплами вентиляционной модели было равным высоте диффузора. Как видно из кинограммы процесса развития потоков эвакуируемой смеси газа (рисунок 7), полученной для такого варианта сочетания геометрических параметров плоской модели вентилятора, траектория их движения была близкой к вертикальной.

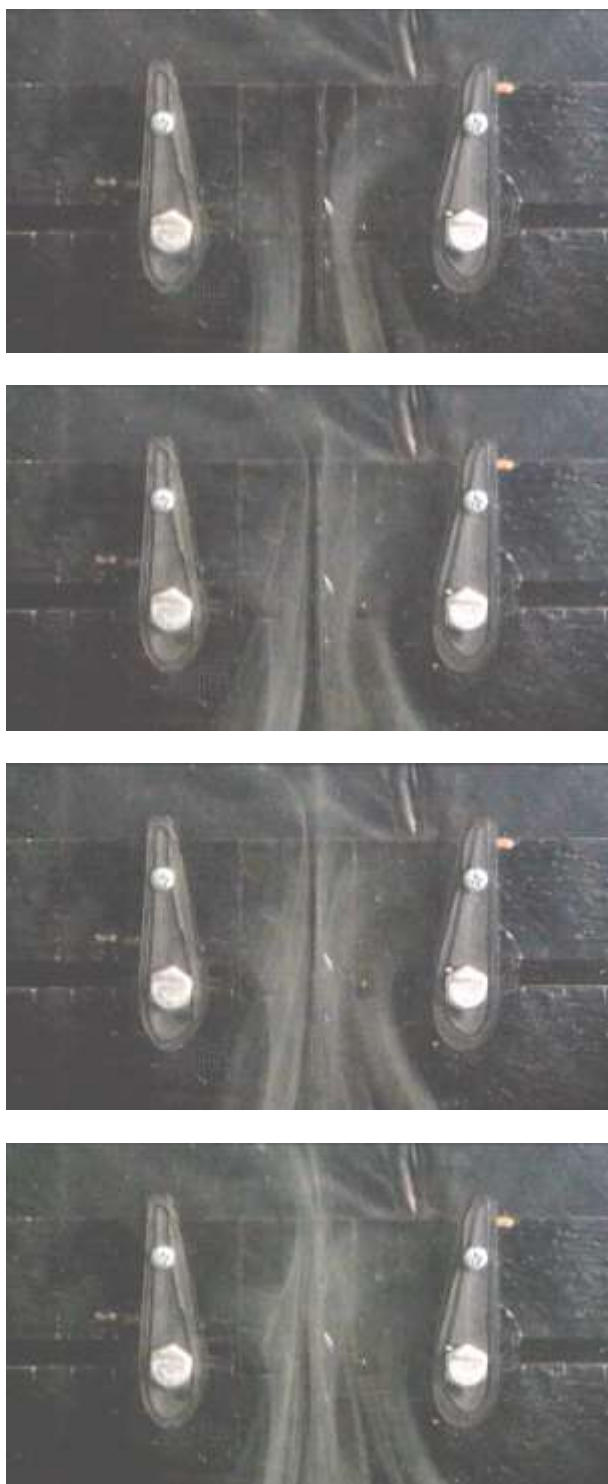


Рисунок 7 – Кинограмма процесса развития устойчивой эвакуации газа при рациональном соотношении параметров плоской модели ВД и ее удаленности от зоны образования (выделения) дыма

Скорость рабочего воздуха на выходе из сопел зависит не только от его объемного расхода, но и от состояния самих сопел. Даже незначительные расхождения в их геометрических размерах неиз-

бежно влекут за собой заметную разницу в скоростях истечения воздушной массы. Так, практически на всех картинах (рисунки 4...б), отображающих распределение скоростей потоков газо-воздушной смеси на выходе из диффузора, разница амплитуд сигналов, зарегистрированных вблизи мест расположения сопел, составила примерно 20 %.

Выводы

Принцип работы ВД может быть использован в системах вентиляции и газоочистки цехов металлургического производства в качестве альтернативы системам, включающим центробежные или радиальные насосы.

Повышение скорости совокупного воздушного потока в моделируемой системе достигается за счет уменьшения угла β между поверхностью Коанда и осью кольца ВД, т.к. при этом совокупный воздушный поток выпускается более фокусировано и направленно. При увеличении угла β растет удельный массовый расход воздушного потока, но скорость его уменьшается.

Экспериментальные исследования в данном направлении следует продолжить на объемных моделях.

Список литературы

1. Патент 2389907 РФ, F04D29/44. Спиральный наддув воздуха / З. Шпаковски, К. Родунер; АББ ТУРБО СИСТЕМС АГ (СН); № 2007140869/06, заявлено 22.03.2006; опубл. 20.05.2010.
2. А.с. 1662628 СССР, В 07 D 45/04. Установка для обеспыливания воздуха / А.Ф. Созонов, Л.Ф. Паничкина, Е.Б. Бекежанов; Всесоюзный научно-исследовательский горно-металлургический институт цветных металлов; №4716476/26, заявлено 07.07.89; опубл. 15.07.89. Бюл. № 26.
3. Патент 2159144 РФ, В 01 D 45/06. Струйно-инерционный пылеуловитель / И.М. Квашнин, О.Н. Зубарева, А.Н. Каравайкин и др.; Пензенская государственная архитектурно-строительная академия; №94003081/25, заявлено 15.09.1998; опубл. 20.11.2000.
4. Dragan V. A new mathematical model for high thickness Coanda effect wall jets / Review of the Air Force Academy. – Bucharest (Romania): Politehnica University of Bucharest. – 2013, Issue 1 (23). – P. 23-28.
5. Miozzi M., Lalli F., Romano G.P. Experimental investigation of a free-surface turbulent jet with Coanda effect. Proc. of the 15th Int Symp on Applications of Laser Techniques to Fluid Mechanics July 05-08. Lisbon (Portugal), 2010. – 13 p.
6. Чудаков А.В. Цифровые устройства пневмоники. – М.: Энергия, 1971. – 112 с.
7. Tony L. New testing of Coanda-effect screen capacities; Bureau of Reclamation Hydraulics Laboratory. Proc. of the HydroVision International 2013 July 23-26. Denver (USA), 2013. – 14 p.
8. Мысливец Д.К. Использование высокоэффективного газоочистного оборудования в металлургической, цементной и других отраслях при новом строительстве и реконструкции / Сб. докладов 2-й Межд. конф. "Пылегазоочистка-2009". – М.: ООО "Интехэко", 2009. – С. 43-46.
9. Патент 2458254 РФ, F04D25/08. Вентилятор / П.Д. Гэммак, Ф. Николас, К.Д. Симмондз; Дайсон Текнолоджи Лимитед (GB); №2010112706/06, заявлено 10.10.2011; опубл. 10.08.2012.
10. Патент 2460904 РФ, F04D25/08, F04D29/60. Вентилятор в сборе / Т. Кроуфорд, К. Осборн, К. Симмондз и др.; Дайсон Текнолоджи Лимитед (GB); №2011134489/06, заявлено 18.02.2010; опубл. 10.09.2012.
11. Патент 2484383 РФ, F24F1/02. Вентилятор / Ф. Николас, К. Симмондз; Дайсон Текнолоджи Лимитед (GB); №2011128308/12, заявлено 27.01.2013; опубл. 10.06.2013.
12. Патент 2489651 РФ, F24F7/06. Вентилятор / Б. Хаттон, А. Ниро, А. Нокс, И. Бро; Дайсон Текнолоджи Лимитед; №2011136075/12, заявлено 10.03.2013; опубл. 10.08.2013.
13. Еронько С.П., Быковских С.В. Физическое моделирование процессов внепечной обработки и разливки стали. – К.: Техника, 1998. – 136 с.

References

1. Shpakovski Z., Roduner K. Spiral'nyu nadduv vozdukha [Spiral supercharge of air]. Patent 2389907 Rossiyskaya Federatsiya, F04D29/44. ABB TURBO SYSTEMS AG (CH); № 2007140869/06, stated 22.03.2006; published 20.05.2010.
2. Sozonov A.F., Panichkina L.F., Bekezhhanov E.B. Ustanovka dlya obespylivaniya vozdukha [Installing air dedusting]. Certificate of authorship 1662628 USSR, В 07 D 45/04. Union scientific research Institute of mining and metallurgy of nonferrous metals; №4716476/26, stated 07.07.89; published. 15.07.89, Bulletin № 26. – 2 p.

3. Kvashnin I.M., Zubareva O.N., Karavaykin A.N. i dr. Struyno-inertsionnyy pyleulovitel' [Inertial jet dust collector]. Patent 2159144 Rossiyskaya Federatsiya, B 01 D 45/06. Penza state academy of architecture and construction; № 94003081/25, stated 15.09.1998; published 20.11.2000.
4. Dragan V. A new mathematical model for high thickness Coanda effect wall jets. Review of the Air Force Academy. – Bucharest (Romania): Politehnica University of Bucharest, 2013, Issue 1 (23). – P. 23-28.
5. Miozzi M., Lalli F., Romano G.P. Experimental investigation of a free-surface turbulent jet with Coanda effect. Proc. of the 15th Int Symp on Applications of Laser Techniques to Fluid Mechanics July 05-08. Lisbon (Portugal), 2010. – 13 p.
6. Chudakov A.V. Tsifrovye ustroystva pnevmoniki [Digital devices pneumonics]. Moscow, Energy, 1971. 112 p.
7. Tony L. New testing of Coanda-effect screen capacities. Proc. of the HydroVision International 2013 July 23-26, 2013, Denver, Colorado, 14 p.
8. Myslivets D.K. Ispol'zovanie vysokoeffektivnogo gazoочистного oborudovaniya v metallurgicheskoy, tsementnoy i drugikh otraslyakh pri novom stroitel'stve i rekonstruktsii. [Using high-efficiency gas-cleaning equipment in the steel, cement and other industries for new construction and renovation]. Sbornik dokladov vtoroy mezhdunarodnoy konferentsii "Pylegazoочистka-2009" (Collection of reports of the second international conference "Dust Filtration 2009"). Moscow, 2009, pp. 43-46.
9. Gemmak P.D., Nikolas F., Simmondz K.D. Ventilyator [Fan]. Patent 2458254 Rossiyskaya Federatsiya, F04D25/08. Dyson Technology Limited (GB); № 2010112706/06, stated 10.10.2011; published 10.08.2012.
10. Krouford T., Osborn K., Simmondz K., Nikolas F., Kodling D. Ventilyator v sbore [Fan assembly]. Patent 2460904 Rossiyskaya Federatsiya, F04D25/08, F04D29/60. Dyson Technology Limited (GB); № 2011134489/06, stated 18.02.2010; published 10.09.2012.
11. Nikolas F., Simmondz K. Ventilyator [Fan]. Patent 2484383 Rossiyskaya Federatsiya, F24F1/02. Dyson Technology Limited (GB); № 2011128308/12, stated 27.01.2013; published 10.06.2013.
12. Khatton B., Niro A., Noks A., Bro I. Ventilyator [Fan]. Patent 2489651 Rossiyskaya Federatsiya, F24F7/06. Dyson Technology Limited (GB); № 2011136075/12, stated 10.03.2013; published 10.08.2013.
13. Eron'ko S.P., Bykovskikh S.V. Fizicheskoe modelirovanie protsessov vnepechnoy obrabotki i razlivki stali [Physical modeling of secondary treatment processes and casting]. Kiev, Technique, 1998. 136 p.

S.P. Eron'ko /Dr. Sci. (Eng.)/, M.Y. Trachyov

Donetsk National Technical University (Donetsk, Ukraine)

A.S. Sosonkin

Co.Ltd "VELEKS" (Kharkiv, Ukraine)

E.P. Dvornikov, G.P. Brakhnov

Co.Ltd SPE "Promenergo" (Donetsk, Ukraine)

STUDY ON PHYSICAL MODEL OF THE USE OF THE PRINCIPLE OF FAN SYSTEMS DYSON GAS SUCTION METALLURGICAL UNITS

Состояние вопроса. Технологические процессы металлургического производства сопровождаются образованием большого количества газов и пыли, которые смешиваются и при отсутствии системы утилизации попадают в окружающую среду. Особый интерес представляет использование эффекта Коанда в системах газоочистки, который позволяет обеспечить эффективную эвакуацию газовых смесей из зоны их образования при достаточно малых энергетических затратах.

Материалы и/или методы исследования. Экспериментальная проверка возможности использования принципа вентилятора Дайсона в системе газотососа металлургических агрегатов проводилась на его плоской физической модели. Создание и поддержание избыточного давления в соплах вентилятора Дайсона осуществлялось подачей воздуха от компрессора в их внутренние полости. Подачу дыма, моделирующего и визуализирующего возбуждаемые газовые потоки вентилятором Дайсона, осуществляли от генератора через форсунку с целью. Для контроля скорости газовых потоков, формирующихся на выходе модели вентилятора Дайсона использовался измерительный зонд, снабженный тензорезисторным преобразователем.

Результаты. В ходе исследований были зафиксированы картины, отображающие направленность потоков газа, эвакуируемого из зоны его выделения при различных соотношениях параметров плоской модели вентилятора Дайсона, и поля скоростей эвакуируемой газовой смеси. Были оцене-

ны объемные расходы газовых смесей, эвакуируемых при функционировании модели вентилятора Дайсона для различных комбинаций его конструктивных параметров, а также общая энергетическая эффективность его работы (коэффициент "умножающего эффекта"). Были установлены оптимальные геометрические параметры вентилятора Дайсона при которых возникает и стабильно протекает эффект Коанда.

Заключение. Принцип работы вентилятора Дайсона может быть использован в системах вентиляции и газоочистки цехов металлургического производства в качестве альтернативы системам, включающим центробежные или радиальные насосы. Повышение скорости совокупного воздушного потока в моделируемой системе достигается за счет уменьшения угла между поверхностью Коанда и осью кольца вентилятора Дайсона, т.к. при этом совокупный воздушный поток выпускается более фокусировано и направленно. При увеличении угла растет удельный массовый расход воздушного потока, но скорость его уменьшается.

Keywords: *gas purification (cleaning), Coanda effect, fan Dyson, gas-stream velocity, trajectory.*