

DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-1-101-109

Агарков А.М., Шаранов Р.Р.Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет***E-mail: AgarkovAM@mgsu.ru*

К ВОПРОСУ О СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ВОЗДУХА И ДАВЛЕНИИ В ИНЕРЦИОННОМ КОНЦЕНТРАТОРЕ

Аннотация. Рассмотрены различные конструкции инерционных концентраторов для очистки запыленного воздуха от частиц пыли. Проанализированные конструкции аппаратов для разделения частиц пыли по фракциям, также обладают рядом недостатков: невысокой фракционной эффективностью и сложностью конструкций при разделении на несколько фракций. Предложена конструкция инерционного концентратора пыли с регулируемыми параметрами. Данная конструкция концентратора обеспечивает повышение фракционной эффективности и снижение гидравлического сопротивления при простоте конструкции аппарата. Проведено трехмерное моделирование пространственного движения воздуха в инерционном концентраторе пыли с регулируемыми параметрами. Приведена система уравнений, описывающая газодинамические течения. Представлены результаты расчетов скорости и давления в инерционном концентраторе пыли с регулируемыми параметрами. Отражающие лопатки и ложная стенка внутри инерционного концентратора выполняют роль дефлекторов, то есть отклоняют поток, что приводит к увеличению времени нахождения взвешенных частиц в инерционном концентраторе и снижению их кинетической энергии. При этом будет возрастать роль сил инерции на движение частиц. Численное моделирование трехмерного течения воздуха в концентраторе позволило получить картину течения и основные характеристики течения (скорость и давление) от момента подачи воздуха в концентратор до момента установления течения.

Ключевые слова: концентратор, частица, моделирование, турбулентность, давление, скорость.

Введение. При производстве любых строительных материалов выделяется большое количество запыленного воздуха. Для устранения данной проблемы используют различное оборудование для очистки воздуха от частиц пыли [1–7].

Проведенные исследования в области переработки различных материалов показали, что внимание многих исследователей на стадии удаления грубодисперсных частиц уделяется пылеконцентраторам [8–16].

Рациональное использование концентраторов достигается в аспирационных системах большой производительности. Их устанавливают перед фильтрами или перед циклоном. Концентратор намного уменьшает массу пыли, направляемой на тонкую очистку. Это позволяет уменьшить энергозатраты на производство в целом, а также, за счет возможного уменьшения производительности фильтров тонкой очистки, снизить их первоначальную стоимость, металлоёмкость, эксплуатационные расходы и уменьшить занимаемую ими площадь.

Оборудование. С целью повышения эффективности очистки запыленного воздуха с возможностью разделения пыли по фракциям в научно-производственном предприятии «Конверсия» авторами Янушкевич В.А., Лукерченко В.Н. предложена конструкция инерционного пылеотделителя для улавливания пыли и газо-

очистки при производстве строительных материалов, в химической промышленности, теплоэнергетике и в других отраслях промышленности.

Инерционный пылеотделитель состоит из корпуса, образованного входными 1, промежуточными 2 и выходными 3 воздуховодами (рис. 1). Между входным и промежуточным воздуховодами размещена первая система жалюзийных элементов, а вторая система жалюзийных элементов размещена между промежуточным и выходным воздуховодами. Пылеотделитель содержит также основной пылесборник 4, соединённый через изогнутый патрубок 5 с дальним концом входного воздуховода, и дополнительный пылесборник 6, соединённый через изогнутый патрубок 7 с дальним концом промежуточного воздуховода [8].

Под действием системы нагнетания или системы отсоса запыленный поток воздуха поступает во входной воздуховод, где сталкивается с системой жалюзийных элементов, установленных под углом 45° к вектору входного потока. Крупные частицы пыли, сталкиваясь с пластинами 8, отражаются к нижней стенке 9, вновь подхватывается потоком и пролетает по инерции через изогнутый патрубок 5 в пылесборник 4 крупных фракций.

Мелкая пыль, обладающая меньшей инерцией, с воздухом проходит в промежуточный воздуховод, в котором вновь нагнетается воздушным потоком и встречает вторую систему

жалюзийных элементов. Мелкая пыль, сталкиваясь с пластинами 10 проскакивает через изогнутый патрубок 7 в дополнительный пылесборник 6 мелких фракций.

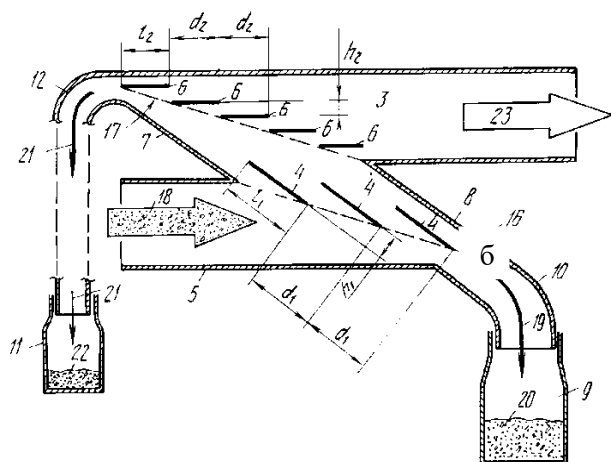


Рис. 1. Инерционный пылеотделитель авторов Янушкевич В.А. и Лукерченко В.Н.

Очищенный воздух после второй системы жалюзийных элементов через выходной воздуховод выходит наружу.

В данном инерционном пылеотделителе используют две системы жалюзийных элементов с различными конструктивными параметрами. Это предотвращает забивку жалюзийных элементов крупными фракциями и обеспечивает более тонкую очистку.

Коллективом авторов (Кочетов О.С., Голубева М.В., Колаева Л.В., Боброва Е.О., Духанина Е.В., Горнушкина Н.И., Павлова Д.О., Дорушенкова О.Ю., Костылева А.В., Зубова И.Ю.) разработан инерционный пылеотделитель (рис. 2) для повышения эффективности и надёжности процесса пылеулавливания [9].

В данном пылеотделителе запыленный газовый поток поступает в конус 1 через ввод 2. Частицы пыли обладая силами инерции устремляются в бункер 3 для сбора пыли, а очищенный газ выводится через выходные патрубки 5. Преградой для попадания мелких фракций пыли в выходные патрубки 5 служит отбойный элемент, отделяющий бункер для сбора пыли от выходных патрубков 5.

Инерционный пылеотделитель содержит цилиндрический корпус 1 с крышкой 4, в которой закреплен ввод 2 запыленного газового потока. Конический бункер 3 предназначен для сбора пыли и соединен с корпусом 1 в нижней его части. Устройство для вывода очищенного газа, выполненное в виде двух патрубков 5. Отбойный элемент отделяет бункер 3 от устройства для вывода очищенного газа. Отбойный элемент выполнен в виде пакета конических шайб 6, 7, 8, каждая

из которых образованна конической поверхностью усеченного конуса большим и меньшим основанием.

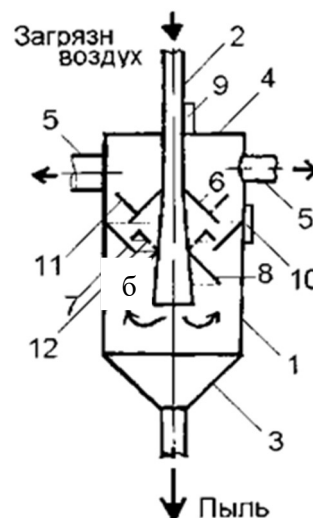


Рис. 2. Инерционный пылеотделитель авторов Кочетова О.С., Голубева М.В., Колаева Л.В., Боброва Е.О., Духанина Е.В., Горнушкина Н.И., Павлова Д.О., Дорушенкова О.Ю., Костылева А.В., Зубова И.Ю.

Для очистки конических шайб от налипшей на них и корпус пыли на корпусе в местах крепления конических шайб отбойного элемента установлены три вибратора 10, и на вводе 2 запыленного газового потока в месте крепления его к крышке корпуса установлены два вибратора 9.

Данная конструкция инерционного пылеотделителя имеет сложную конструкцию и большие энергозатраты за счет установки как минимум пяти вибраторов. Также в данном инерционном пылеотделителе невозможно регулировать размер фракций пыли попадающих в конический бункер для сбора пыли.

В Ярославском государственном техническом университете коллективом авторов (А.В. Сугак, Д.Е. Смирнов, В.К. Леонтьев, Л.В. Чекалов, М.Е. Смирнов) разработан пылеуловитель-классификатор (рис. 3) [10].

Пылеуловитель-классификатор позволяет разделять улавливаемую пыль на три фракции за счет трех ступеней очистки газа, размещенных в корпусе, входного патрубка спиральной формы, патрубков отвода крупной и средней фракции пыли, расположенных на одном наклонном днище, неподвижных лопастей, расположенных на третьей ступени очистки и конического днища.

В аппарате размещены три ступени очистки газа I, II, III. Пылеуловитель-классификатор состоит из корпуса 1, в котором в верхней части размещен спиральный входной патрубок 2, в нижней - наклонное днище 4, содержащее патрубок отвода крупной фракции пыли 3 и патрубок отвода средней фракции пыли 5. По оси корпуса пылеуловителя-классификатора 1 расположены:

установленный на наклонном днище 4 приемный цилиндр второй ступени очистки газа 6, навстречу которому закреплен экран цилиндрической формы 7; приемный цилиндр третьей ступени очистки газа 8, соединенный с коническим днищем 11, на котором установлен патрубок отвода мелкой фракции пыли 12; выходной патрубок 10, направленный вверх. В кольцевом пространстве между приемным цилиндром третьей ступени очистки газа 8 и выходным патрубком 10 установлены неподвижные лопасти 9.

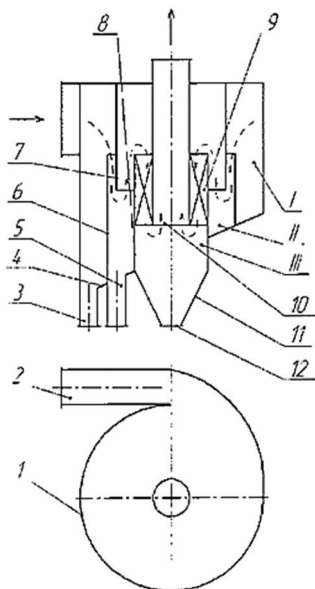


Рис. 3. Пылеуловитель – классификатор Ярославского государственного технического университета

В корпусе пылеуловителя-классификатора размещены три ступени очистки газа, что позволяет не только добиться повышения эффективности пылеулавливания, но и осуществить классификацию осаждаемых частиц пыли на три фракции. Применение входного патрубка спиральной формы позволяет снизить гидравлическое сопротивление конструкции, по крайней мере, на 25...30 % и повысить устойчивость аппарата к абразивному износу. На третьей ступени очистки расположены неподвижные лопасти, что позволяет увеличить частоту вращения пылегазового потока, следовательно, повысить действие центробежной силы при разделении системы «газ – твердое тело». Применение конического днища на третьей ступени препятствует возникновению вторичного уноса пыли. За счет указанных признаков достигается повышение эффективности улавливания мелкодисперсной пыли на третьей ступени, по крайней мере, на 7-10%.

Рассмотренные усовершенствованные конструкции аппаратов для пылеразделения также обладают рядом недостатков: невысокой фракционной эффективностью и сложностью конструкций при разделении на несколько фракций.

В связи с этим определено, что одним из перечисленных направлений совершенствования аппаратов пылеразделения является повышение фракционной эффективности и снижение гидравлического сопротивления при простоте конструкции аппарата.

Одним из таких оборудований может служить инерционный концентратор пыли с регулируемыми параметрами [12–17].

Инерционный пылеконцентратор (рис. 4) состоит из корпуса, в верхней части которого имеются патрубки подвода исходного материала и вывода тонкого материала. В нижней части корпуса расположен патрубок вывода грубой фракции. Система регулируемых жалюзийных элементов располагается в средней части корпуса относительно его вертикальной оси. Жалюзийные элементы, закрепленные на осях, которые установлены в боковых стенках корпуса, кинематически соединены между собой, чтобы иметь возможность вращения вокруг своих осей и горизонтального перемещения (по проточкам в корпусе) одновременно. Жалюзийные элементы могут поворачиваться относительно своих осей от 0° до 180° и перемещаться поперек корпуса от 0 мм до a .

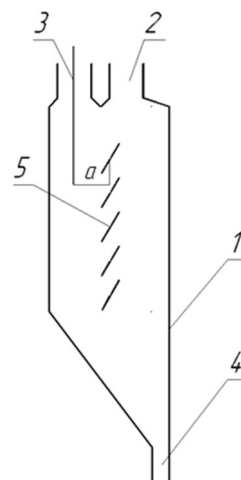


Рис. 4. Предлагаемый инерционный концентратор пыли: 1 – корпус, 2 – патрубок подвода, 3 – патрубок вывода тонкого материала, 4 – патрубок вывода грубой фракции, 5 – жалюзийные элементы

Вращение обеспечивается тем, что на одной из осей, например, верхней, установлен привод (на рисунке не показан), либо электромеханический, либо ручной, и оси между собой связаны кинематически с возможностью их одновременного вращения. Также предусмотрено одновременное перемещение жалюзийных элементов поперек корпуса от 0 мм до a . Варьируя величинами параметров a и a можно в широких пределах изменять дисперсность выходящего из пылеконцентратора продукта. Для управления процессом разделения дисперсных частиц в потоке воздуха

жалюзийные элементы вращаются вокруг своих осей от 0° до 180°.

Основная часть. В тех случаях, когда область течения имеет сложную геометрию или потоку приходится обтекать различные преграды, истинную картину течения можно получить только из трехмерного моделирования. Модель газодинамических процессов в области со сложной геометрией строится на базе основных законов сохранения, применяемых ко всему множеству точек области решения, и сводится к системе уравнений, замыкаемых набором дополнительных связей: краевых условий, уравнений состояния и др.

Движение вязкой несжимаемой жидкости описывается уравнениями Навье-Стокса совместно с уравнением неразрывности:

$$\text{div} \vec{V} = 0, \tag{1}$$

$$\frac{\partial \vec{V}}{\partial t} + (\vec{V} \cdot \nabla) \vec{V} = \vec{F} - \frac{1}{\rho} \text{grad} p + \nu \Delta \vec{V}, \tag{2}$$

где \vec{V} – вектор скорости воздуха, ρ – плотность воздуха, p – давление воздуха, ν – коэффициент кинематической вязкости воздуха, \vec{F} – плотность распределения объемных сил.

В проекции на оси декартовой системы координат система (1) – (2) запишется в виде [18]

$$\frac{\partial V_1}{\partial t} + V_1 \frac{\partial V_1}{\partial x_1} + V_2 \frac{\partial V_1}{\partial x_2} + V_3 \frac{\partial V_1}{\partial x_3} = F_1 - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_1} + \nu \Delta V_1, \tag{3}$$

$$\frac{\partial V_2}{\partial t} + V_1 \frac{\partial V_2}{\partial x_1} + V_2 \frac{\partial V_2}{\partial x_2} + V_3 \frac{\partial V_2}{\partial x_3} = F_2 - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_2} + \nu \Delta V_2, \tag{4}$$

$$\frac{\partial V_3}{\partial t} + V_1 \frac{\partial V_3}{\partial x_1} + V_2 \frac{\partial V_3}{\partial x_2} + V_3 \frac{\partial V_3}{\partial x_3} = F_3 - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_3} + \nu \Delta V_3, \tag{5}$$

$$\frac{\partial V_1}{\partial x_1} + \frac{\partial V_2}{\partial x_2} + \frac{\partial V_3}{\partial x_3} = 0, \tag{6}$$

или кратко

$$\frac{\partial V_i}{\partial t} + V_k \frac{\partial V_i}{\partial x_k} + V_k \frac{\partial V_i}{\partial x_k} + V_k \frac{\partial V_i}{\partial x_k} = F_i - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x_i} + \nu \Delta V_i, \tag{7}$$

$$\frac{\partial V_k}{\partial x_k} = 0, \quad i, k = 1, 2, 3. \tag{8}$$

Моделирование пространственного движения воздуха в концентраторе производится на основании двумерных уравнений динамики потока

воздуха в концентраторе [4]. Поскольку движение турбулентное, то для нахождения Рейнольдсовых напряжений используется модель турбулентности [19].

$$\frac{\partial k}{\partial t} + \bar{V}_j \frac{\partial k}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[(\nu + \nu_t / \sigma_k) \partial k / \partial x_j \right] + \tau_{ij} \frac{\partial \bar{V}_j}{\partial x_j} - \varepsilon, \tag{9}$$

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial t} + \bar{V}_j \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[(\nu + \nu_t / \sigma_\varepsilon) \partial \varepsilon / \partial x_j \right] + c_{\varepsilon 1} \frac{\varepsilon}{k} \tau_{ij} \frac{\partial \bar{V}_j}{\partial x_j} - c_{\varepsilon 2} \frac{\varepsilon^2}{k}, \tag{10}$$

где k, ε – кинетическая энергия и скорость ее диссипация, ν_t – турбулентная вязкость, $\sigma_k, \sigma_\varepsilon, c_{\varepsilon 1}, c_{\varepsilon 2}$ – эмпирические константы.

Система уравнений движения замыкается уравнением состояния, начальными и граничными условиями.

$$p = p(\rho, T) \tag{11}$$

$$\{p, \vec{V}\}(\vec{x}, t) = \{p, \vec{V}\}(\vec{x}, 0), \quad \vec{x} \in \Omega \tag{12}$$

$$\{p, \vec{V}\}(\vec{x}, t) = \{p, \vec{V}\}(\vec{x}, t), \quad \vec{x} \in \Gamma \quad \forall t \tag{13}$$

Расчетная область отображена на блочно-структурированную гексаэдральную сетку (рис. 5). Сетка произвольным образом пересекает поверхность модели. Такой подход к построению сетки наиболее универсален, надежен, прост в использовании и является отличительной особенностью ряда прикладных программных продуктов [20].

Численное решение уравнений (3) – (6), (9), (10) с учетом условий (11) – (13) получено при помощи метода конечных объемов [21]. Результаты расчетов скорости и давления в концентраторе представлены на рисунках 6–10.

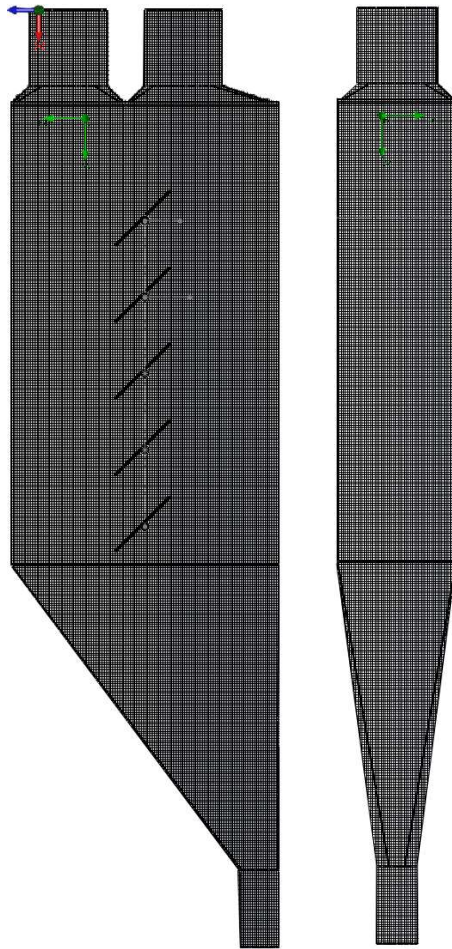


Рис. 5. Расчетная область, покрытая прямоугольной сеткой

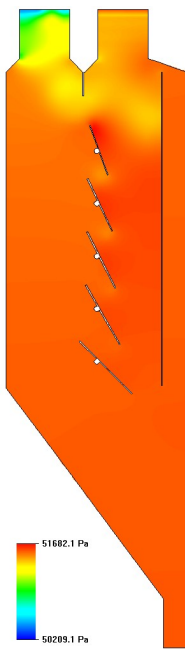


Рис. 6. Поле давлений в концентраторе в начальный момент времени

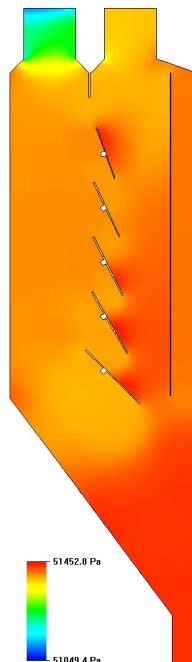


Рис. 7. Поле давлений установившегося процесса в концентраторе

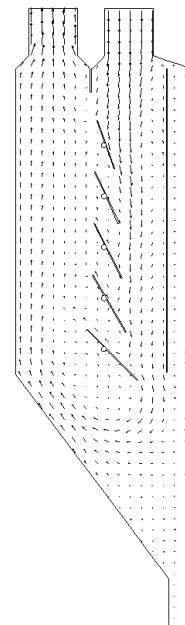


Рис. 8. Вектора скорости установившегося процесса в концентраторе

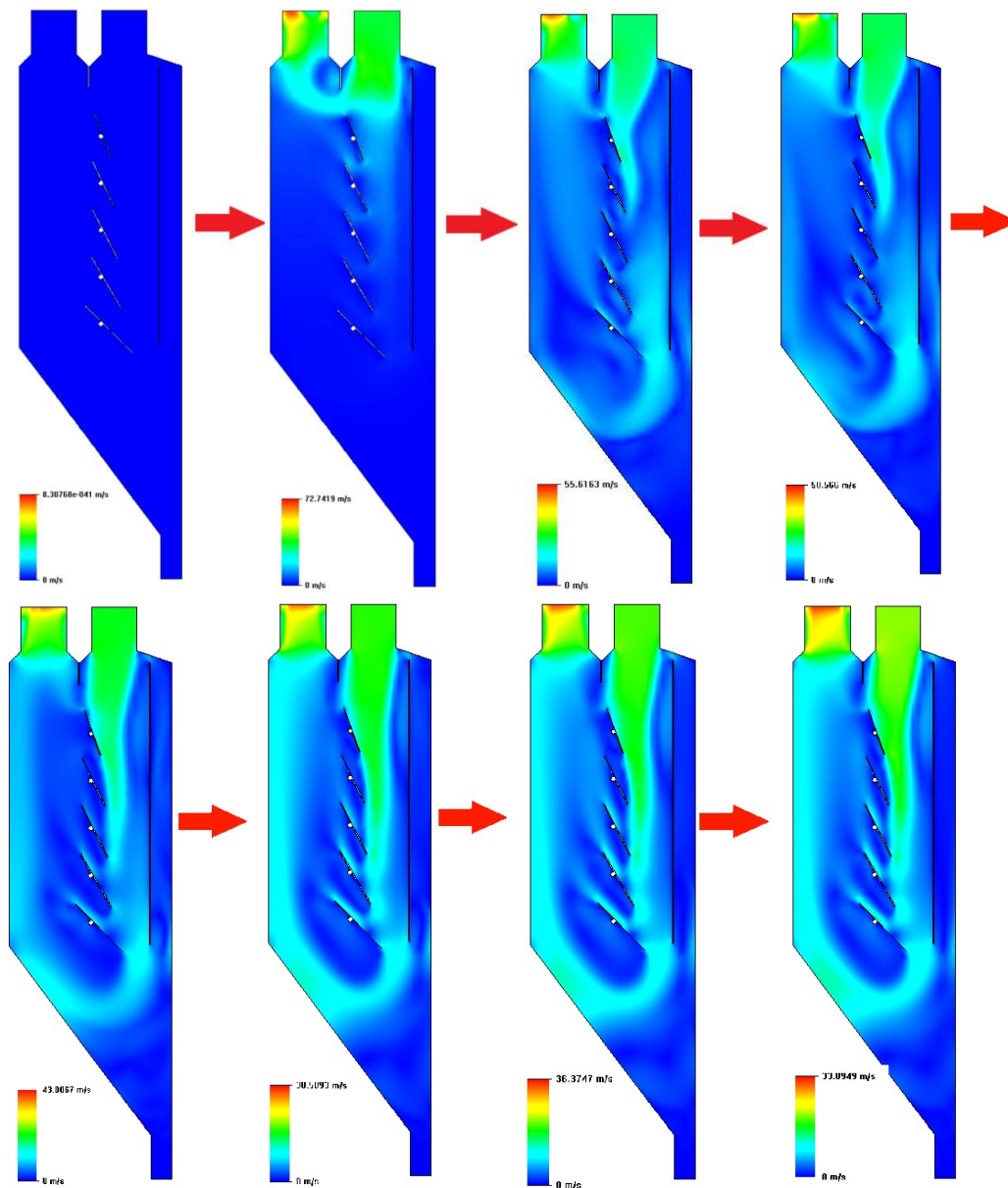


Рис. 9. Динамика развития поля скоростей в концентраторе в различные моменты времени

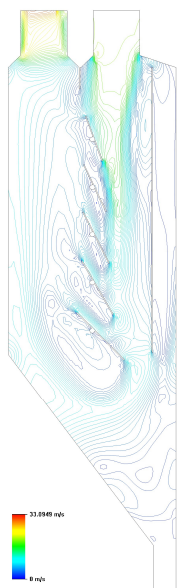


Рис. 10. Изолинии скорости установившегося процесса в концентраторе

Выводы. На основании предложенной конструкции инерционного концентратора (рис. 4) можно сделать вывод, что отражающие лопатки и ложная стенка внутри концентратора выполняют роль дефлекторов, т.е. отклоняют поток, что приводит к увеличению времени нахождения взвешенных частиц в концентраторе, за счет резкого изменения потока пылевоздушной смеси и повышение их кинетической энергии. При этом будет возрастать роль сил инерции на движение частиц.

Численное моделирование трехмерного течения воздуха в концентраторе позволило получить картину течения и основные характеристики течения (скорость и давление) от момента подачи воздуха в концентратор до момента установления течения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Stepanov M.A., Gridchin A.M. Perspectives of construction robots // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Processing Equipment, Mechanical Engineering Processes and Metals Treatment. 2018. 042126. DOI: 10.1088/1757-899X/327/4/042126
2. Prokopenko V.S., Orekhova T.N., Goncharov E.I., Odobesko I.A. Kinetics of process of product separation in closed system with recirculation // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Processing Equipment, Mechanical Engineering Processes and Metals Treatment. 2018. 042089. DOI: 10.1088/1757-899X/327/4/042089
3. Sharapov R.R., Ovsyannikov Yu.G., Boychuk I.P., Agarkov A.M., Prokopenko V.S. Research of aerodynamics of recirculation systems with forced aspirated air // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Т. 10. № 21. С. 42707–42713.
4. Агарков А.М. Двумерные уравнения динамики потока воздуха в концентраторе // «Интерстроймех–2015» материалы международной научно-технической конференции. Казанский государственный архитектурно-строительный университет. г. Казань, 2015. С. 7–11.
5. Kaitukov B., Stepanov M., Kapurin P. The choice of concrete mixers for the concrete preparation // MATEC Web of Conferences. 2018. 06016. DOI: 10.1051/mateconf/201817806016
6. Stepanov M.A., Korolev A.A. Mathematical modeling of a process the rolling delivery // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 4. Ser. "4th International Conference on Advanced Engineering and Technology, ICAET 2017. 2018. С. 012019. DOI: 10.1088/1757-899X/317/1/012019
7. Uvarov V.A., Orekhova T.N., Uvarov A.V. Compressed-air mixer of continuous action for dry production construction mixtures // World Applied Sciences Journal. 2013. Т. 24. №12. С. 1662–1668. DOI:10.5829/idosi.wasj.2013.24.12.7039
8. Пат. 2056906, Российская Федерация, МПК В 01 D45/08. Инерционный пылеотделитель / В.А. Янушкевич, В.Н. Лукерченко; заявитель и патентообладатель ГНПП «Конверсия». № 93 93049276; заявл. 29.10.1993; опубл., 27.03.1996, Бюл. № 2. 3 с.
9. Пат. 2336928, Российская Федерация, МПК В 01 D45/08. Инерционный пылеотделитель / О.С. Кочетов, М.В. Голубева; заявитель и патентообладатель О.С. Кочетов, М.В. Голубева. № 2007126732/15; заявл. 13.07.2007; опубл., 27.10.2008, Бюл. № 30. 6 с.
10. Пат. 2497569, Российская Федерация, МПК В 01 D45/04. Пылеуловитель-классификация / А.В. Сугак, Д.Е. Смирнов; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО ЯГТУ. № 2011148993/05; заявл. 02.12.2011; опубл., 10.11.2013, Бюл. № 31. 6 с.
11. Пат. 2377048, Российская Федерация, МПК В 01 D45/04. Инерционный пылеуловитель / А.И. Бурков, Ю.В. Сычугов; заявитель и патентообладатель ГУП ПКБ Зонального НИИ сельского хозяйства Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого. № 2008141175/15; заявл. 16.10.2008; опубл., 27.12.2009, Бюл. № 36. 5 с.
12. Orekhova T.N., Nosov O.A., Prokopenko V.S., Kachaev A.E. Complex modeling of technological processes in pneumatic mixers for production of dry construction mixtures // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. С. 022084. DOI: 10.1088/1757-899X/327/2/022084
13. Качаев А.Е., Орехова Т.Н., Гончаров Е.И. Аэродинамические особенности пневмосмесителей для производства сухих строительных смесей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. № 11. С. 149–155.
14. Орехова Т.Н., Романович А.А. Изучение роторно-вихревых мельниц для производства минеральных порошков // Механизация строительства. 2016. Т. 77. № 8. С. 44–46.
15. Kharlamov E. Determination of the magnetic separator separation function // MATEC Web of Conferences. 2018. С. 03027. DOI: 10.1051/mateconf/201825103027
16. Пат. 157341, Российская Федерация, МПК В 01 D45/08. Инерционный пылеконцентратор / Р.Р. Шарапов, Ю.Г. Овсянников; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО БГТУ им. В.Г. Шухова. № 2014152565/05; заявл. 24.12.2014; опубл., 27.11.2015, Бюл. № 33. 2 с.
17. Шарапов Р.Р., Бойчук И.П., Агарков А.М., Прокопенко В.С. Уравнение движения взвешенной в потоке воздуха частицы в концентраторе // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 5. С. 175–178.
18. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа: учебн. для вузов. М.: Дрофа, 2003. 840 с.
19. Белов И.А., Исаев С.А. Моделирование турбулентных течений: учебное пособие. СПб.: Балт. гос. техн. ун-т, 2001. 108 с.
20. Амброжевич А.В., Бойчук И.П., Ларьков С.Н., Середа В.А. Малоресурсный метод численного моделирования течений в геометрических областях сложной формы // Авиационно-космическая техника и технология. Х.: ХАИ, 2008. Вып. 6. С. 5–10.
21. Алямовский А.А., Собачкин А.А., Одинцов Е.В. [и др.] SolidWorks 2007/2008 компьютерное моделирование в инженерной практике. СПб.: БХВ-Петербург, 2008. С. 1040.

Агарков Александр Михайлович, старший преподаватель кафедры механизации строительства. E-mail: AgarkovAM@mgsu.ru. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. Россия, 129337, Москва, Ярославское шоссе, д. 26.

Шарапов Рашид Ризаевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой механизации строительства. E-mail: ptm_zavkaf@mail.ru. Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. Россия, 129337, Москва, Ярославское шоссе, д. 26.

Поступила в ноябре 2019 г.

© Агарков А.М., Шарапов Р.Р., 2020

**Agarkov A.M., Sharapov R.R.*

National Research Moscow State University of Civil Engineering

**E-mail: AgarkovAM@mgsu.ru*

ON THE QUESTION OF AIR VELOCITY AND PRESSURE IN AN INERTIAL CONCENTRATOR

Abstract. *Various designs of inertial concentrators for cleaning dusty air are considered. The analyzed designs of devices for separating dust particles by fractions also have a number of disadvantages: low fractional efficiency and complexity of structures when divided into several fractions. The design of an inertial dust concentrator with adjustable parameters is proposed. This design of the concentrator provides an increase in fractional efficiency and a decrease in hydraulic resistance with the simplicity of the apparatus design. Three-dimensional modeling of the spatial motion of air in an inertial dust concentrator with adjustable parameters is performed. A system of equations describing gas-dynamic flows is given. The results of calculations of velocity and pressure in an inertial dust concentrator with adjustable parameters are presented. Reflecting vanes and a false wall inside an inertial concentrator act as deflectors, that is, deflect the flow, which leads to an increase in the time spent by suspended particles in the inertial concentrator and a decrease in their kinetic energy. In this case, the role of inertia forces on the motion of particles will increase. Numerical modeling of the three-dimensional air flow in the concentrator made it possible to obtain a flow pattern and the main flow characteristics (velocity and pressure) from the moment of air supply to the concentrator to the moment of establishing the flow.*

Keywords: *the concentrator, particle, modeling, turbulence, pressure, speed.*

REFERENCES

1. Stepanov M.A., Gridchin A.M. Perspectives of construction robots. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Processing Equipment, Mechanical Engineering Processes and Metals Treatment. 2018. 042126. DOI: 10.1088/1757-899X/327/4/042126
2. Prokopenko V.S., Orekhova T.N., Goncharov E.I., Odobesko I.A. Kinetics of process of product separation in closed system with recirculation. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering Processing Equipment, Mechanical Engineering Processes and Metals Treatment. 2018. P. 042089. DOI: 10.1088/1757-899X/327/4/042089
3. Sharapov R.R., Ovsyannikov Yu.G., Boychuk I.P., Agarkov A.M., Prokopenko V.S. Research of aerodynamics of recirculation systems with forced aspirated air. International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Vol. 10. No 21. Pp. 42707–42713.
4. Agarkov A.M. The two-dimensional equations of the dynamics of air flow in the concentrator. [Dvumernye uravneniya dinamiki potoka vozduha v koncentratorе]. «Interstrojmekh–2015» materialy mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii. Kazanskij gosudarstvennyj arhitekturno-stroitel'nyj universitet. g. Kazan. 2015. Pp. 7–11. (rus)
5. Kaitukov B., Stepanov M., Kapyrin P. The choice of concrete mixers for the concrete preparation. MATEC Web of Conferences. 2018. 06016. DOI: 10.1051/mateconf/201817806016
6. Stepanov M.A., Korolev A.A. Mathematical modeling of a process the rolling delivery. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 4. Ser. "4th International Conference on Advanced Engineering and Technology, ICAET 2017. 2018. 012019. DOI: 10.1088/1757-899X/317/1/012019
7. Uvarov V.A., Orekhova T.N., Uvarov A.V. Compressed-air mixer of continuous action for dry production construction mixtures. World Applied Sciences Journal. 2013. Vol. 24. No 12. Pp. 1662-1668. DOI:10.5829/idosi.wasj.2013.24.12.7039
8. YAnushkevich V.A., Lukerchenko V.N. Inertial Dust Separator [Inertsionnyy pyleotdelitel']. Patent RF, no. 2056906, 1996.

9. Kochetov O.S., Golubeva M.V. Inertial Dust Separator [Inertsionnyy pyleotdelitel']. Patent RF, no. 2336928, 2008.
10. Sugak A.V., Smirnov D.E. Dust collector classifier [Pyleulovitel'-klassifikator]. Patent RF, no. 2497569, 2013.
11. Burkov A.I., Sychugov Yu.V. Inertial dust collector [Inertsionnyy pyleulovitel']. Patent RF, no. 2377048, 2009.
12. Orekhova T.N., Nosov O.A., Prokopenko V.S., Kachaev A.E. Complex modeling of technological processes in pneumatic mixers for production of dry construction mixtures. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2018. P. 022084. DOI: 10.1088/1757-899X/327/2/022084
13. Kachaev A.E., Orekhova T.N., Goncharov E.I. Aerodynamic features of pneumatic mixers for the production of dry building mixtures. [Aerodinamicheskie osobennosti pnevmosmesitelej dlya proizvodstva suhix stroitel'nyh smesej]. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2017. No 11. Pp. 149–155. (rus)
14. Orekhova T.N., Romanovich A.A. The study of rotary vortex mills for the production of mineral powders. [Izuchenie rotorno-vihrevykh mel'nic dlya proizvodstva mineral'nyh poroshkov]. Mekhanizatsiya stroitel'stva. 2019. Vol. 77. No 8. Pp. 44–46. (rus)
15. Kharlamov E. Determination of the magnetic separator separation function. MATEC Web of Conferences. 2018. P. 03027. DOI: 10.1051/mateconf/201825103027
16. Sharapov R.R., Ovsyannikov Yu.G. Inertial dust concentrator [Inertsionnyy pylekontsentrator]. Patent RF, no. 157341, 2015.
17. Sharapov R.R., Bojchuk I.P., Agarkov A.M., Prokopenko V.S. The equation of motion of particles suspended in the air stream in the concentrator. [Uravnenie dvizheniya vzveshennoj v potoke vozduha chasticy v koncentratore]. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2015. No. 5. Pp. 175–178. (rus)
18. Lojcyanskij L.G. Fluid and gas mechanics. [Mekhanika zhidkosti i gaza]. M.: Bustard, 2003. 840 p. (rus)
19. Belov I.A., Isaev S.A. Modeling turbulent flows [Modelirovanie turbulentnykh techenij]. SPb.: Balt. state tech. un, 2001. 108 p. (rus)
20. Ambrozhevich A.V., Bojchuk I.P., Lar'kov S.N., Sereda V.A. Low-resource method for numerical modeling of flows in geometric regions of complex shape. [Maloresursnyj metod chislennogo modelirovaniya techenij v geometricheskikh oblastyah slozhnoj formy]. Aviacionno-kosmicheskaya tekhnika i tekhnologiya. 2008. Vol. 6. Pp. 5–10. (rus)
21. Alyamovskij A.A., Sobachkin A.A., Odincov E.V. SolidWorks 2007/2008 computer simulation in engineering practice [SolidWorks 2007/2008 komp'yuternoe modelirovanie v inzhenernoj praktike]. SPb: BHV-Petersburg, 2008. Pp. 1040. (rus)

Information about the authors

Agarkov, Alexander M. Senior lecturer. E-mail: AgarkovAM@mgsu.ru. National Research Moscow State University of Civil Engineering. Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26.

Sharapov, Rashid R. DSc, Professor. E-mail: ptdm_zavkaf@mail.ru. National Research Moscow State University of Civil Engineering. Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoe shosse, 26.

Received in November 2019

Для цитирования:

Агарков А.М., Шараров Р.Р. К вопросу о скорости движения воздуха и давлении в инерционном концентраторе // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. № 1. С. 101–109. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-1-101-109

For citation:

Agarkov A.M., Sharapov R.R. On the question of air velocity and pressure in an inertial concentrator. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2020. No. 1. Pp. 101–109. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-1-101-109