

УДК 66.02

yakovenkota@bk.ru

**РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА
С МАГНИТНОЙ ЖИДКОСТЬЮ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ
ХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**DEVELOPMENT OF ELECTROMECHANICAL DEVICE
WITH MAGNETIC LIQUID TO IMPROVE
SAFETY OF CHEMICAL INDUSTRY**

*Сизов А.П., доктор технических наук,
Топоров А.В., кандидат технических наук,
Палин Д.Ю.,
Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Иваново,
Яковенко Т.А., кандидат технических наук,
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург*

*Sizov A.P., Toporov A.V., Palin D.Y.,
Ivanovo Fire and Rescue Academy of the Emergency Ministry of Russia, Ivanovo,
Yakovenko T.A.,
The Ural Institute of State Firefighting Service of Ministry
of Russian Federation for Civil Defense, Yekaterinburg*

В статье рассматриваются различные устройства для удаления твердых частиц из отходящих газов, а также указываются их достоинства и недостатки. На основе проведенного анализа предлагается новая конструкция для очистки воздуха и газов от дисперсных частиц и других примесей. Разработанное устройство повысит очистку загрязненных газов, а так же позволит снизить выбросы загрязнений в атмосферу и тем самым повысить безопасность химических производств.

Ключевые слова: очистка газов, очистка воздуха, твердые частицы, химическое производство.

The article discusses various devices for the removal of solid particles from flue gases, as well as their advantages and disadvantages. Based on the analysis, a new design is proposed for air and gas purification from dispersed particles and other impurities. The developed device will improve the cleaning of polluted gases, as well as reduce pollution emissions into the atmosphere and thereby increase the safety of chemical plants.

Keywords: gas purification, air purification, solid particles, chemical production.

Очистка отходящих газов химических производств оказывает значительное влияние на безопасность жизни людей, особенно это касается районов с высокой концентрацией источников выделения газов. Такими районами часто являются промышленные зоны. В отходящих газах обычно содержится большое количество твердых частиц, которые оседают на почву, засоряя прилегающие к источнику газовой области [1].

Существуют различные способы удаления твердых частиц из отходящих газов. Наиболее распространенный способ удаления твердых частиц из потока отходящих газов – это их утяжеление за счет разбрызгивания воды с дальнейшим перемещением образовавшегося шлака в шлакоприемник [2].

Для реализации данного способа существует целый ряд устройств. Например, известно изобретение, которое относится к области неорганической химии и

может быть использовано при очистке газов и дезинфекции воздуха от дисперсных и молекулярных примесей [3].

Конструкция уплотнения приведена на рисунке 1.

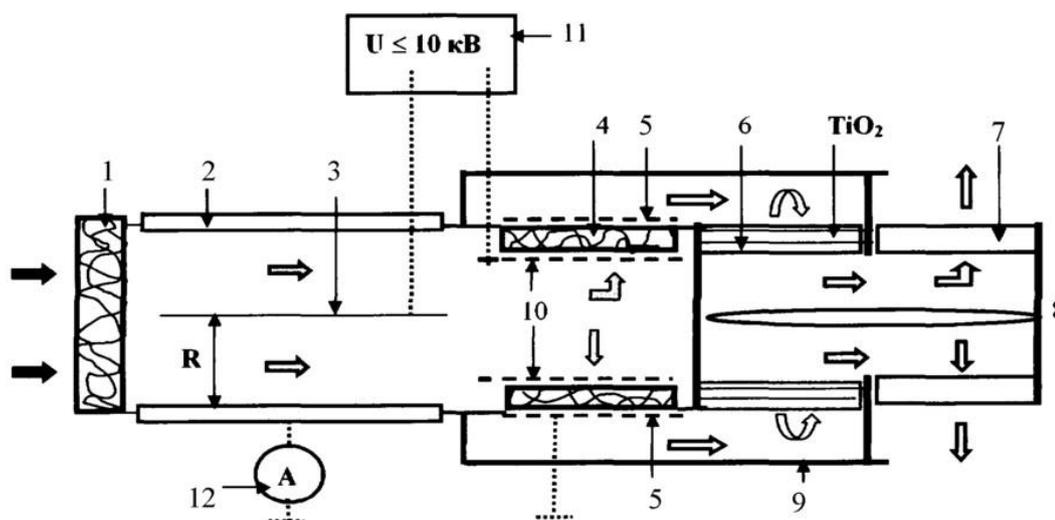


Рисунок 1. Схема устройства для очистки воздуха от дисперсных и молекулярных примесей

- 1 – механический фильтр грубой очистки, 2 – внешний заземленного цилиндра, 3 – центральный коронирующий проволочный электрод, 4 – грубоволокнистый электростатический фильтр, 5 – заземленная цилиндрическая сетка, 6 – фотокаталитический фильтр, 7 – фильтр из активированного угля, 8 – лампа мягкого ультрафиолетового излучения, 9 – цилиндрический заземленный корпус, 10 – цилиндрическая высоковольтная сетка, 11 – высоковольтный источник положительного напряжения, 12 – микроамперметр для измерения тока коронного разряда цилиндрического конденсатора.

Достоинством изобретения является обеспечение постоянного процесса очистки воздуха от дисперсных и молекулярных примесей за счет униполярной зарядки ионами коронного разряда аэрозольных частиц, их эффективной электростатической фильтрации грубоволокнистым фильтром со стерилизацией уловленного фильтра [3].

Представленное устройство обладает рядом недостатков, которые описываются низким качеством очистки газа, большими энергетическими затратами и сложностью изготовления конструкции [4].

Еще одним способом очистки воздуха является применение каталитиче-

ского метода. Использование каталитического метода наиболее широко известно в вытяжных вентиляционных системах закрытых гаражных помещений, автостоянок, локомотивных депо, двигателях внутреннего сгорания, а также для очистки газовых выбросов в нефтяной и химической промышленности [5].

Схема уплотнения приведена на рисунке 2.

Рассмотренная установка обладает высокой производительностью и эффективностью из-за ее постоянной готовности к очистке загрязненного воздуха, что соответственно характеризует ее как достоинство [5].

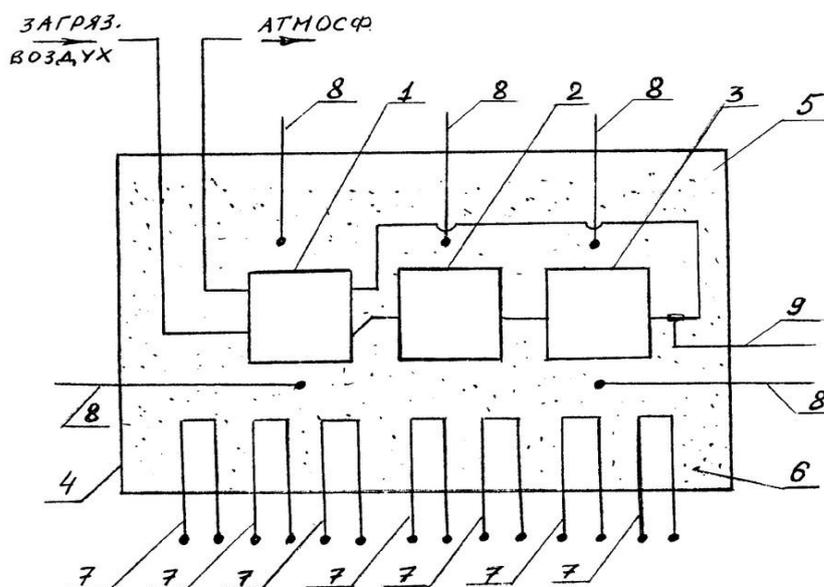


Рисунок 2. Установка для очистки воздуха и отходящих газов от токсичных и горючих компонентов

1 – теплообменник, 2 – нагреватель, 3 – каталитический нейтрализатор, 4 – теплонакопительное устройство, 5 – емкость, заполненная материалом 6 с хорошей теплоемкостью и термостабильностью, 7 – система нагрева, 8 – датчики температуры материала 6, 9 – датчики температуры очищенного воздуха или газа

Основным недостатком устройства является отсутствие обеспечения пожарной безопасности из-за выпуска в окружающее пространство раскаленных отходящих газов, а также по причине отсутствия эффективной теплоизоляции [6].

Поскольку представленные конструкции имеют ряд недостатков, существенно ограничивающих область их применения, было разработано очистительное устройство, в котором в качестве рабочего тела использовалась магнитная жидкость.

В разработанном устройстве для очистки воздуха и газов, в качестве рабочей жидкости предназначена для утяжеления шлаковых частиц, используется магнитная жидкость, которая разбрызгивается в запыленном потоке воздуха. Магнитная жидкость производится на основе частиц магнетита, в качестве базовой жидкости используется вода. При наложении магнитного поля, на обработанные магнитной жидкостью частицы загрязнения кроме силы тяжести начинает

действовать магнитная ponderomotorная сила.

Тогда, воздействующая на дисперсную частицу сила F определяется следующим образом:

$$F = F_T + F_m, \quad (1)$$

где F_T – сила обусловленная увеличением силы тяжести. F_m – магнитная сила.

Частицы шлама, находящиеся в потоке отходящих газов имеют большие размеры по сравнению с частицами стабилизированного магнитного наполнителя, таким образом, на частицах загрязнения, находящихся в газе адсорбируется несколько слоев магнитных частиц.

Магнитная сила F_m воздействующая на ферромагнитную частицу определяется по формуле:

$$F_m = \mu_0 \cdot M \cdot \text{grad}H, \quad (2)$$

где μ_0 – магнитная проницаемость вакуума, M – намагниченность насыщения магнитной жидкости, H – напряженность магнитного поля.

Следовательно, магнитное поле, воздействующее на шлам целесообразно

создавать неравномерно вдоль потока газа.

На рисунке 3 представлен вариант конструкции устройства для очистки газов от дисперсных частиц [7].

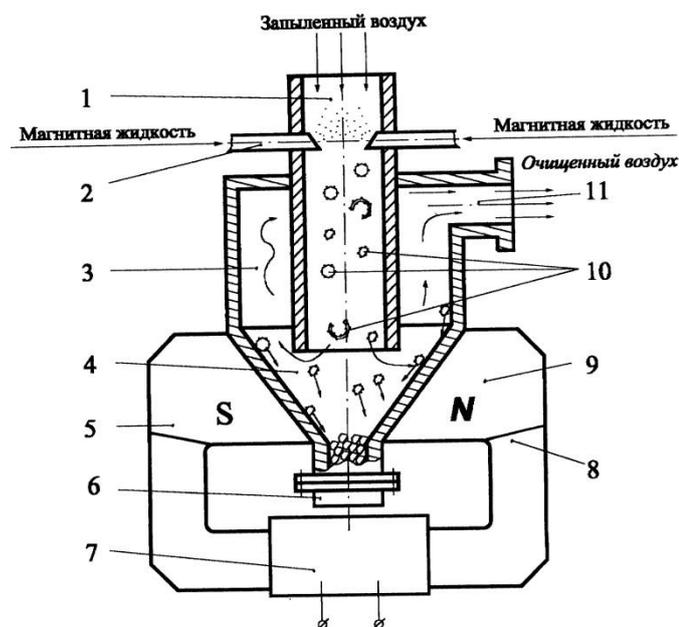


Рисунок 3. Устройство для очистки воздуха и газов от дисперсных частиц и других примесей

- 1 –подводящий патрубок, 2 –разбрызгиватели, 3 – бункер,
4 – сепаратор-каплеуловитель, 5, 9 – полюсные наконечники,
6 – шломоприемник, 7 – магнитным возбуждателем, 8 - магнитопровод,
10 – зона отделения шламочапель от потока воздуха (газа),
11 – отводящий патрубок

Устройство состоит из подводящего патрубка 1, установленные в нем разбрызгиватели 2, бункер 3 с сепаратором-каплеуловителем 4 с шломоприемником 6 и отводящий патрубок 11. Сепаратор снабжен магнитным возбуждателем 7 с магнитопроводом 8 и полюсными наконечниками 5 и 9, создающими магнитное поле в зоне отделения шламочапель 10 от потока воздуха (газа), за срезом подводящего патрубка 1, в зоне расположения шломоприемника 6. В качестве рабочей жидкости используется магнитная жидкость [7].

В процессе работы устройства в подводящем патрубке с помощью раз-

брызгивателей производят разбрызгивание магнитной жидкости. Например, на кремнийорганической основе, содержащей в качестве магнитного наполнителя ферромагнитные частицы дисперсностью 10-20 нм в количестве до 20% массы, имеющей намагниченность насыщения 50-100 кА/м. Магнитная жидкость смачивает находящиеся в потоке очищаемого газа частицы и образует шламочапель, которые на выходе из патрубка попадают в зону действия магнитного поля между полюсными наконечниками. Очищенный от шламочапель чистый газ проходит в зазоре между подводящим патрубком, стенками сепаратора и бункера к выпуск-

ному патрубку. Под действием градиентного магнитного поля шламовые капли по стенкам сепаратора стягиваются в нижнюю его часть и собираются в виде слоя шлама. Собравшийся шлам периодически удаляют через шламоприемник. Отделение шламовых капель от чистого газа происходит у среза подводящего патрубка. Поток газа здесь меняет направление своего движения. Шламовые частицы, обладающие, большей кинетической энергией отделяются от газа в результате совокупного действия сил инерции и магнитных сил наложенного градиентного магнитного поля [7].

Достоинства предлагаемого устройства заключаются в более высокой степени очистки загрязненных газов и, как следствие, уменьшении вредных выбросов в окружающую среду, что позволяет существенно оздоровить экологическую обстановку и уменьшить загрязнение окружающей среды. Устройство может быть применено не только в стационарных условиях на предприятиях промышленного производства, но и в подвижных объектах, загрязняющих атмосферу выхлопными газами двигателей

внутреннего сгорания или отходящими газами топок [7].

Предлагаемое устройство позволит очищать отходящие газы не только от механических, но и газообразных вредных примесей, вступающих в химическую реакцию с разбрызгиваемой магнитной жидкостью. Для этого необходимо произвести подбор жидкости-носителя исходя из условий конкретного производства. Магнитные свойства магнитной жидкости при этом сохраняются, и образовавшиеся шламовые капли легко задерживаются магнитным полем.

Поскольку, в данной установке не предъявляются особые требования к долговечности магнитной жидкости, возможно, максимально снизить ее стоимость, используя для ее получения в необходимых количествах готовый стабилизированный магнитный наполнитель. При этом, жидкость – носитель и концентрацию магнитного наполнителя, возможно, подбирать исходя из условий конкретного производства.

Предложенное устройство позволит снизить выбросы загрязнений в атмосферу и тем самым повысить безопасность химических производств.

Литература

1. Защита атмосферы от промышленных загрязнений. Справочник в 2-х частях. Под ред. С. Калверта. – М.: Metallurgiya. – 1988. – 760 с.
2. Трапезников Ю.Ф., Кудрявский Ю.П., Рахимова О.В., Кирьянов С.В., Черных О.Л., Романов А.А. Способ очистки отходящих газов RU 2201791C2 от 22.01.2001
3. Загнит'ко А.В., Першин А.Н. Способ высокоэффективной очистки воздуха от дисперсных и молекулярных примесей. Патент РФ №2352382, от 20.04.09.
4. Носырев Д.Я., Плетнев А.И. Устройство очистки воздуха от дисперсных и высокомолекулярных примесей патент на полезную модель RU 91006 U1 от 31.08.2009
5. Улькин Б.Г., Куприянова С.Г., Зегер К.Е., Хрусталева С.А., Хмельницкий Б.И. Установка для очистки воздуха и отходящих газов от токсичных и горючих компонентов патент на изобретение RU 2 277 010 C2 от 10.06.2004
6. Веденин А.Д., Пустовгар А.П. Устройство для очистки воздуха и отходящих газов от токсичных компонентов. Патент на полезную модель RU 124183 U1 от 04.05.2012
7. Подгорков В.В., Сизов А.П., Щелькалов Ю.Я. Устройство для очистки воздуха и газов от дисперсных частиц и других примесей. Патент на полезную модель RU 16261 U1 от 11.04.2000)

References

1. Zashchita atmosfery ot promyshlennyh zagryaznenij. Spravochnik v 2-h chastyah. Pod red. S. Kalverta. – M.: Metallurgiya. – 1988. – 760 p.
2. Trapeznikov Yu.F., Kudryavskij Yu.P., Rahimova O.V., Kir'yanov S.V., Chernyh O.L., Romanov A.A. Sposob ochistki othodyashchih gazov RU 2201791S2 ot 22.01.2001
3. Zagnit'ko A.V., Pershin A.N. Sposob vysokoeffektivnoj ochistki vozduha ot dispersnyh i molekulyarnyh primesej. Patent RF №2352382, ot 20.04.09.

4. Nosyrev D.Ya., Pletnev A.I. Ustrojstvo ochistki vozduha ot dispersnyh i vysokomolekulyarnyh primesej patent na poleznuyu model' RU 91006 U1 ot 31.08.2009

5. Ul'kin B.G., Kupriyanova S.G., Zeger K.E., Hrustalev S.A., Hmel'nickij B.I. Ustanovka dlya ochistki vozduha i othodyashchih gazov ot toksichnyh i goryuchih komponentov patent na izobretenie RU 2 277 010 S2 ot 10.06.2004

6. Vedenin A.D., Pustovgar A.P. Ustrojstvo dlya ochistki vozduha i othodyashchih gazov ot toksichnyh komponentov. Patent na poleznuyu model' RU 124183 U1 ot 04.05.2012

7. Podgorkov V.V., Sizov A.P., Shchelykalov Yu.Ya. Ustrojstvo dlya ochistki vozduha i gazov ot dispersnyh chastic i drugih primesej. Patent na poleznuyu model' RU 16261 U1 ot 11.04.2000)