

базальто-доломитовой шихты. Они имеют длительный срок службы (более 5 лет). На каждой печи производительностью 2–2,8 т/ч расплава установлено по три горелки с расходом газа до 300 м³/ч. В горелках используется воздух, нагретый до 300–400 °С. Температура расплава на выходе из зоны плавления составляет 1300–1350 °С.

В Институте газа также разработаны многосопловые горелки с более интенсивным смешением и повышенной эффективностью использования газового топлива. Кроме того, благодаря изменениям в конструкции, значительно улучшены эксплуатационные характеристики и уменьшены потери тепла с наружной поверхности горелки [17].

Список литературы

1. Мечев В.В. Состояние и развитие автогенных технологий переработки сульфидных руд и концентратов в СССР и за рубежом // Цв. металлургия. — 1989. — № 4. — С.1–7.
2. Роменец В.А., Ветман Е.Ф., Сакир Н.Ф. Процесс жидкофазного восстановления // Изв. ВУЗов. Черная металлургия. — 1993. — № 7. — С. 9–19.
3. Гоберис С.Ю., Маразас В.М., Олабин В.М. и др. Опытный газовый плавильный агрегат для минераловатного производства // Строит. мат-лы. — 1976. — № 11. — С. 11–12.
4. Усачев А.Б., Роменец В.А., Чайкин Б.С. и др. Новая установка для переработки бытовых и промышленных отходов на базе металлургических технологий // Сталь. — 1995. — № 11. — С. 68–70.
5. Гречко А.В. Параметры дутья и отопительно-дутьевых устройств барботажных пирометаллургических агрегатов // Изв. ВУЗов. Цв. металлургия. — 1985. — № 2. — С. 60–66.
6. Гречко А.В., Иванов В.В. Совершенствование конструкции отопительно-дутьевых устройств для боковой продувки расплава // Там же. — 1992. — № 10. — С.13–17.
7. Олабин В.М., Пиоро Л.С. О воспламенении горючей смеси в расплаве / Теория и практика сжигания газа. — Л. : Недра, 1975. — С. 187–192.
8. Пиоро Л.С., Олабин В.М. Горелочное устройство для сжигания газа в расплаве // Строит. мат-лы. — 1969. — № 4. — С. 18–19.
9. Пиоро Л.С. Получение в шлаковозных ковшах расплавов с заданными свойствами // Там же. — 1967. — № 2. — С. 35–36.
10. Олабин В.М., Сергеев Ю.Н. Производство доменных сигналов конвертерным способом : Тез. докл. Всес. совещ. «Пути интенсификации процессов стекловарения и новые способы получения стекла», (Гомель, 29–31 октября 1974 г.). — М., 1974. — С. 41–42.
11. Пиоро Л.С., Оснач А.М., Олабин В.М. Получение плавящихся обесфторенных фосфатов в конвертерах // Хим. технология. — 1974. — № 5. — С. 3–6.
12. Пиоро Л.С., Олабин В.М., Оснач А.М., Михайленко В.Н. Конвертерная варка силикатных расплавов // Строит. мат-лы. — 1966. — № 8. — С. 33–36.
13. Олабин В.М., Устюгово Л.М. и др. Исследование пиролизного фторсодержащих силикатов в газоэлектрической печи с применением погружных горелок // Хим. технология. — 1979. — № 3. — С. 33–36.
14. А.с. 690242 СССР. МКІ F 23 D 14/38. Погружная горелка / В.М. Олабин, Л.С. Пиоро, А.С. Захаров и др. — Оpubл. 1979, Бюл. № 6.
15. А.с. 1137278 СССР. МКІ F 23 D 14/38. Погружная горелка / В.М. Олабин, Л.С.Пиоро, Я.А.Федоровский, А.А. Кишмышян. — Оpubл. 1985, Бюл. № 4.
16. Пат. 1148 Укр. МКІ⁵ СО 3 В 5/16. Спосіб опалення барботажних печей для одержання мінеральних розплавів та занурений пальник для його здійснення / В.М.Олабін, О.Б. Максимук, Л.С. Піоро. — Оpubл. 1993, Бюл. № 3.
17. Патент України на корисну модель № 40220. МКІ F 23 D 14/22, 14/38. Пальник для барботажної печі / О.Б. Максимук, В.М.Олабін, І.В.Нікітіна, Д.О. Максимук. — Оpubл. 2009, Бюл. №. 3

Поступила в редакцию 20.01.10

Evolution of Multinozzle Submerged Combustion Burners for Melting Bubble Furnaces (Review)

Olabin V.M., Maksymuk O.B.

The Gas Institute of NASU, Kiev

The features of design and further improvement of multinozzle burners for submerged combustion of natural gas and mineral melts obtaining in bubble furnaces are described. The examples the burners successful application in chemical and building materials industry are resulted.

Key words: bubble furnaces, multinozzle submerged combustion burners.

Received January 20, 2010

Экспериментальная установка для исследования процессов очистки газовых потоков от жидких высокодисперсных частиц

Рыжков С.С., Литвинов И.В.

Национальный университет кораблестроения, Николаев

Разработана экспериментальная установка для исследования процессов очистки газовых потоков от жидких дисперсных частиц. Подтверждена эффективность осаждения жидких дисперсных частиц аэрозоля за счет явления турбофореза. Показано, что интенсификация турбофоретического осаждения частиц достигается применением коагуляторов, состоящих из последовательно расположенных многослойных рядов сеток с различными диаметрами и размерами ячеек. Определены оптимальные характеристики таких коагуляторов.

Ключевые слова: очистка газового потока, аэрозоли, турбофорез, сеточные коагуляторы.

Розроблено експериментальну установку для дослідження процесів очищення газових потоків від рідких дисперсних частинок. Підтверджено ефективність осадження рідких дисперсних частинок аерозоля за рахунок явища турбофореза. Показано, що інтенсифікація турбофоретичного осадження частинок досягається застосуванням коагуляторів, що складаються з послідовно розташованих багатошарових рядів сіток з різними діаметрами та розмірами осередків. Визначено оптимальні характеристики таких коагуляторів.

Ключові слова: очищення газового потоку, аерозолі, турбофорез, сіткові коагулятори.

Газовые выбросы различны по происхождению, составу и параметрам. Некоторые выбросы содержат дорогостоящие материалы, обладают высоко- и низкопотенциальной энергией. Высокопотенциальную энергию используют в котлах-утилизаторах. Повышение качества очистки позволяет не только уменьшить загрязнение окружающей среды, но и снизить потребление топлива за счет утилизации низкопотенциальной энергии газовых выбросов, сократить потери ценных материалов.

Представляется перспективным создание таких газоочистных устройств, в которых энергopotенциал газовых выбросов используется для процессов очистки. При этом ценные примеси возвращаются в технологическую цепочку элементов электроустановки, а опасные направляются в системы нейтрализации. Повышенными потенциальными возможностями в этом направлении обладают выпускные газы и масляные аэрозоли систем суфлирования газотурбинного двигателя (ГТД).

Цель работы — интенсификация турбофоретического улавливания высокодисперсного масляного аэрозоля в системах суфлирования ГТД.

В системе суфлирования ГТД масляный аэрозоль характеризуется полидисперсным составом. Для решения вопросов сепарации необходимо различать две основные группы капель: мельчайшие — от зародышевых (< 1 мкм) до 10 мкм; крупные диаметром > 20 мкм. Движение капель первой группы определяется молекулярными законами переноса, второй — макрозаконами.

Осаждение крупных капель происходит при обтекании препятствий под действием сил инерции. При этом они движутся не по искривленным вблизи препятствий линиям тока газа, а пересекают их, сталкиваясь с поверхностью, вызывая искривление линий тока. Расхождение в линиях тока газа и траекториях аэрозольных частиц усиливается по мере роста их инерционных качеств. Мельчайшие капли относятся к низкоинерционным, имеют индекс инерционности < 1 и не осаждаются на препятствии, поскольку их траектории сливаются с линиями тока газа. Движение крупных аэрозольных частиц с индексом инерционности > 1 , которые не вовлекаются в пульсационные и другие движения, подвергаются воздействию только аэродинамической силы, если пренебречь гравитацией.

Выбор модельной среды по заданным параметрам является важным моментом в отработке проточной части создаваемых маслоотделителей. Масляные аэрозоли системы суфлирования ГТД представляют собой дисперсные двухфазные среды с полидисперсным составом и содержат высокодисперсные частицы диаметром < 20 мкм (в том числе конденсационного происхождения диаметром < 1 мкм), грубодисперсные диаметром > 20 мкм и пары веществ. Концентрация дисперсной фазы (масла) может достигать для систем суфлирования ГТД $0,5-1,5$ кг/м³, температура среды — до 120 °С. Поступление масляных аэрозольных сред из системы суфлирования в окружающую среду вызывает загрязнение атмосферы и потерю дорогостоящих масел.

В качестве модельной среды необходимо выбирать масляные аэрозоли с параметрами, близкими к реальным. Для этого следует использовать специальные генераторы грубо- и тонкодисперсного масляного аэрозоля. Модельную двухфазную среду (масляный аэрозоль) можно создавать следующим образом. Воздух через входной расходомерный коллектор рабочего участка экспериментального стенда поступает в канал, где его температура повышается до значений, соответствующих масловоздушной среде системы суфлирования — до 80–120 °С. Далее нагретый воздух перемешивается с масляным аэрозолем, поступающим из специального генератора барботажного типа, и образует двухфазную дисперсную смесь. Концентрация масляного аэрозоля регулируется изменением расхода сжатого воздуха, подающегося в генератор для барботажки масла. Воздух проходит барботажную камеру генератора, вспенивает нагретое масло, насыщается парами и мелкими масляными каплями. Масловоздушная смесь из генератора по раздатчику поступает в аэродинамическую трубу, а затем под воздействием воздушного потока в рабочий участок — испытуемый маслоотделитель. Расход воздуха через маслоотделитель составляет до 1500 м³/ч, определяется по перепаду давлений на расходомерном коллекторе и регулируется. Температура масловоздушной смеси $T_{см}$ на входе и выходе из маслоотделителя определяется при помощи термопары или термометром. Концентрация масла в воздухе определяется пропусканием его пробы с помощью аспиратора через аллонжи с установленными в них аналитическими фильтрами АФА.

Средний диаметр частиц аэрозоля определяется также по показаниям фотоэлектрического фотометра аэрозолей ФАН У4.2.

Универсальный экспериментальный стенд представляет собой аэродинамическую трубу открытого типа, снабженную средствами измерения, регулировки и контроля (рис.1,а). Модельная двухфазная среда создавалась следующим образом. Воздух через расходомерный коллектор 5 поступал в нагреватель 6, где его температура повышалась до 120 °С. Затем нагретый воздух направлялся в генератор крупных частиц 2. Здесь воздушный поток разделяется заслонкой на два потока в различных пропорциях.

Один из них выходит из трубы 4 и направлен к выходному патрубку, а второй под перфорированный лист барботажной камеры 3. Камера заполнена маслом и расположена в нижней части генератора. Внутри камеры установлены электрические подогреватели. Воздух проходил барботажную камеру, вспенивал нагретое масло и насыщался парами и каплями масла

(аэрозолем). Концентрация и дисперсность аэрозоля зависела от расхода и скорости воздуха, проходящего через барботажную камеру. Расход воздуха регулировался заслонкой 21, расположенной перед нагнетателем 22. В выходном участке камеры расположена форсунка подачи масла насосом 27 из бака 26. При этом расход масла регулировался ротаметром 9. Это позволяло создавать повышенные (до 5,0 кг/м³) концентрации масла в воздухе. Высокдисперсный масляный аэрозоль (со средним диаметром капель 0,30–0,35 мкм) подавался в выходной участок из генератора 7.

Через выходной участок камеры масловоздушная смесь поступала в измерительный участок 10, где имелись инерционный зонд 11, пробозаборник в виде трубки полного давления 12 и пробоотборник 13. За участком располагался исследуемый маслоотделитель 23, входной патрубок которого соединялся с измерительным участком 10, а выходной присоединялся к измерительному участку 17, в котором также имелся инерционный зонд 18 и пробоотборник 20. Перепады давлений на коллекторе 6 и сопротивление суфлера измерялись микроманометрами 8 и 24. Для измерения концентрации масла в воздухе использовался аспиратор 15 с аллонжами 13, 19 и торсионные аналитические весы 14.

Дисперсный состав капель находился при помощи инерционных зондов 11 и 18, а также

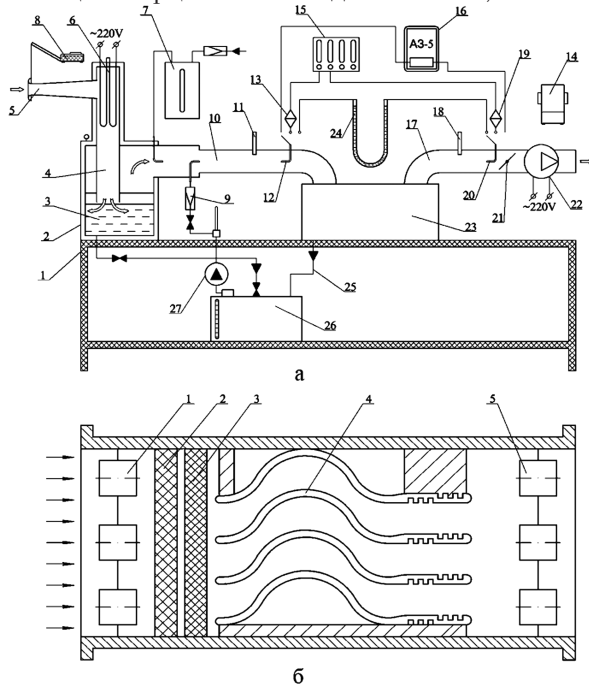


Рис.1. Схема экспериментальной установки для исследования процессов очистки газовых потоков от жидких высокодисперсных частиц: а — схема стенда; б — рабочий участок.

счетчика частиц АЗ-5 (16) и фотометра аэрозолей типа ФАН У4.2. Осажденные на зондах частицы изучались при помощи микроскопа с увеличением в 300 раз и фотографированием с последующим анализом результатов с помощью методов математической статистики.

Испытуемый маслоотделитель устанавливался на жесткое основание 1, где закреплялся генератор 2. Уловленное масло сливалось в маслобак 26, имевший мерную линейку. Для определения концентрации частиц использовались аналитические фильтры АФА. В процессе испытаний определялось также количество уловленного маслоотделителем масла по изменению уровня масла в маслобаке 26, куда оно поступало по трубе 25.

Расход высокодисперсного аэрозоля из генератора 7 регулировался количеством подаваемого в него сжатого воздуха низкого давления. Наличие генераторов масляного аэрозоля 2, 7 и форсунки распыла масла 9 позволяло образовывать при перемешивании с горячим воздухом двухфазную среду с параметрами, соответствующими масляновоздушной смеси систем суфлирования ГТД. В качестве рабочего использовалось газотурбинное масло марки МС 4.

Расход воздуха через маслоотделитель определяется по перепаду давлений на расходомерном коллекторе при помощи чашечного манометра и регулируется заслонкой. Температура масляновоздушной смеси на входе и выходе из маслоотделителя определяется при помощи термометра или термометра. Концентрация масла в воздухе находится при пропускании его пробы с помощью аспиратора через аллонжи с установленными в них аналитическими фильтрами АФА.

Коэффициент суммарной эффективности очистки от капель масла

$$\eta_{\Sigma} = (1 - C_{\text{вых}}/C_{\text{вх}}) \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где $C_{\text{вх}}$, $C_{\text{вых}}$ — входная и выходная концентрация масляного аэрозоля в маслоотделителе.

Взвешивание фильтров АФА производилось на аналитических весах 14.

Коэффициент фракционной эффективности очистки определялся при помощи счетчика аэрозольных частиц АЗ-5 по формуле:

$$\eta_i = (1 - N_{i\text{вых}}/N_{i\text{вх}}) \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где $N_{i\text{вх}}$, $N_{i\text{вых}}$ — количество частиц i -й фракции на входе и выходе из маслоотделителя.

Средний диаметр частиц аэрозоля определяется также по показаниям фотоэлектрического фотометра аэрозолей ФАН У4.2 (поз. 19). При его помощи также определяется коэффициент суммарной эффективности очистки по формуле:

$$\eta_{\Sigma} = (1 - E_{i\text{вых}}/E_{i\text{вх}}) \cdot 100 \%, \quad (3)$$

где $E_{i\text{вх}}$, $E_{i\text{вых}}$ — входной и выходной электрический сигнал по шкале фотометра ФАН У4.2.

Аэродинамическое сопротивление маслоотделителя определяется по перепаду давлений на входе $P_{\text{вх}}$ и выходе $P_{\text{вых}}$ из маслоотделителя при помощи манометра 24 и трубок полного давления 12 и 20 по формуле:

$$\Delta P = P_{\text{вых}} - P_{\text{вх}}. \quad (4)$$

Программа стендовых испытаний позволяет охватить диапазон расходов воздуха через маслоотделитель, соответствующий масляновоздушной среде системы суфлирования на режимах работы ГТД от холостого хода до нагрузки, превышающей номинальную на 10 %. Так, для ГТД ДН 80 и ДГ 90 это расходы газов от 70 до 140 м³/ч; для ГТД ДП 73 — от 700 до 1700 м³/ч.

Для обработки результатов использовалась следующая методика. Сначала производится фиксация параметров масляновоздушной смеси на входе и выходе при помощи приборов 12–15, 17–19 и 20. Затем по формулам (1)–(4) определяются показатели эффективности маслоотделителя, которые заносятся в таблицы. Проточная часть маслоотделителя содержит сепарирующие и коагулирующие ступени, которые испытываются на нахождение рациональных значений. Это достигается увеличением числа слоев сеток в коагуляторе, варьированием диаметрами волокон сеток, количеством ступеней и др.

Исследования выполнены на специальном рабочем участке, который размещается на экспериментальном стенде (рис.1). Проточная часть ступени тонкой очистки состоит из пластины с отбойными кольцами 1, 5, плоского сеточного коагулятора 2, 3 и пакета сепарирующих профилей НКИ 5.

Проточная часть из органического стекла размещена в корпусе рабочего участка прямоугольного сечения 100 × 200 мм. На входе потока размещена пластина с отбойными кольцами 1, сетчатый коагулятор 2 и пакет 3 сепарирующих профилей НКИ. За пакетом расположена выходная пластина с отбойными кольцами 4. Сеточный коагулятор представляет собой набор гофрированных тканых сеток.

Каждая полоска накладывается на соседнюю, гофры которой направлены в противоположные стороны. Полоски скрепляются рамкой. Сепарирующие профили НКИ, изготовленные по нормали ПК-15837, собраны в пакет с шагом 20 мм. Нижняя часть пакета находится в поддоне, глубина которого достигает 50 мм. Слив уловленного масла из поддона осуществляется через гидравлический затвор.

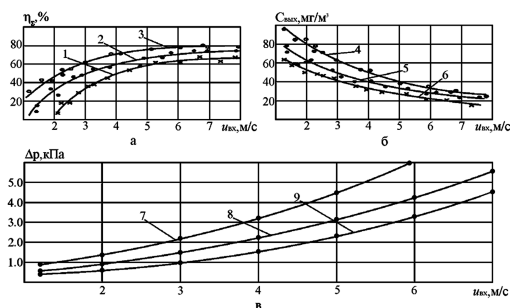


Рис.2. Расчет коэффициентов улавливания высокодисперсного аэрозоля коагулятором (а), концентрации (б) и аэродинамического сопротивления (в): 1, 3, 7 – 12 рядов; 2, 4, 6 – 24 ряда; 3, 5, 9 – 40 рядов сетки при входящей концентрации $C_{вх} = 0,03-0,20 \text{ г/м}^3$.

Опыты проводились с коагуляторами, число слоев которых равнялось 12, 24, 40. Коагулятор содержит тканые сетки с различными размерами ячеек: большей (№№ 0,25–0,10, ГОСТ 12184) и меньшей (№ 0,009 и № 0,004, ГОСТ 5613–72). По ходу движения потока первыми расположены сетки с большей ячейкой (половина общего числа рядов), затем сетки с меньшей ячейкой.

Исследовано влияние скорости потока на эффективность улавливания микрокапель диаметром менее 4 мкм. Входная концентрация таких капель изменялась от 30 до 180 мг/м³. На рис.2 показаны остаточная концентрация и коэффициент улавливания ступени с 12-, 24- и 40-рядным коагуляторами. С ростом скорости потока эффективность улавливания растет, и при скоростях 4–6 м/с коэффициент улавливания достигает 75 %. При таких скоростях и входных концентрациях аэрозоля различие в эффективности 24- и 40-рядных коагуляторов незначительно. При скоростях потока < 4 м/с влияние числа рядов на эффективность коагулятора более заметно. У 24-рядного коагулятора улавливающая способность при скорости 2 м/с на 20 % выше, чем у 12-рядного, а у 40-рядного на 15 % выше, чем у 24-рядного, что аналогично случаю кольцевого коагулятора.

Повышение эффективности сепарации с ростом скорости потока перед коагулятором объясняется увеличением энергии турбулентных пульсаций по всему сечению коагулятора. Это интенсифицирует процесс переноса микрокапель за счет всех механизмов: инерции, турбофореза, турбулентной диффузии к поверхности проволок сеток – и повышает эффективность очистки. Измерения показали, что из коагулятора выносятся крупные капли диаметром более 20 мкм. Они полностью улавливаются в сепарационных каналах пакета профилей НКИ.

Увеличение скорости и числа рядов сеток в коагуляторе приводит к росту аэродинамического сопротивления (рис.2,в). Так, сопротивление ступени тонкой очистки с 40-рядным коагулятором почти вдвое выше, чем 12-рядного, и в 1,5 раза выше, чем 24-рядного, при скоростях 5–6 м/с.

Чтобы добиться рациональных значений по эффективности улавливания микрочастиц и энергетических затрат на очистку, представляется перспективным применение коагулятора, состоящего из последовательно расположенных многослойных рядов сеток с уменьшающимися диаметрами проволок и размерами ячеек. При этом сначала следует размещать более крупные сетки, а затем последовательно уменьшать их диаметры. Это позволит использовать для улавливания капель < 4 мкм сетки, имеющие не такое большое аэродинамическое сопротивление (с номерами 0,25 и 0,10), а капель < 1 мкм – более эффективные коагуляторы из мелких сеток (с номерами 0,009 и 0,004). В выходных рядах коагулятора целесообразно использовать те же сетки, что и на входе, для создания благоприятных условий по выносу скоагулировавшихся капель, чтобы избежать их дробления и вторичного уноса.

При использовании кольцевых коагуляторов такая последовательность реализуется следующим образом. Коагулятор собирается в виде нескольких секций. На первой секции устанавливается до 20 рядов сетки № 0,25–0,10, чтобы произвести очистку от основной массы частиц и от крупных в струйной ступени, и от части мелких. Затем устанавливается по ходу газа новая секция, в которой применяются сетки с разными диаметрами – от № 0,10 до 0,004 с количеством рядов в секции до 60. Число секций – до трех. В последней секции коагулятор имеет не менее четырех рядов сетки № 0,10–0,25 в выходном сечении. Количество рядов сетки выбирается в зависимости от требований к степени очистки и допустимых энергозатрат.

Таким образом, создана экспериментальная установка для исследования процессов очистки газовых потоков от жидких дисперсных частиц. Установлено, что для 40 рядов гофрированной сетки коагулятора коэффициент улавливания достигает 80 % при $u_{вх} = 7 \text{ м/с}$ и 50 % при $u_{вх} = 5 \text{ м/с}$. Применение 12 рядов сеток вместо 40 снижает аэродинамическое давление при $u_{вх} = 6 \text{ м/с}$ на $\Delta p = 3 \text{ кПа}$, однако коэффициент улавливания снижается на 10–15 %. Для интенсификации улавливания высокодисперсного масляного аэрозоля рекомендуется использовать 40-рядный коагулятор.

Список литературы

1. Белоусов В.В. Теоретические основы процессов газоочистки. — М. : Металлургия, 1988. — 256 с.
2. Бусройд Р. Течение газа со взвешенными частицами. — М. : Мир, 1975. — 384 с.
3. Грин Х., Лейн В. Аэрозоли — пыли, дымы и туманы. — Л. : Химия, 1969. — 427 с.
4. Защита атмосферы от промышленных загрязнений : Справ. / Под ред. С.Калверта, Г.М.Инглунда. — М. : Металлургия, 1988. — Ч. 1. — 760 с.
5. Рыжков С.В., Хмара О.М. Повышение эффективности сепарирующего устройства с помощью сотового коагулятора // Вопр. судостроения. — 1979. — № 16.
6. Рыжков С.С., Басок Б.И. Экологические ресурсосберегающие технологии для промышленной теплотехники на основе дисперсных двухфазных сред // Пром. теплотехника. — 2001. — Т. 23, № 4-5. — С. 141-145.
7. Рыжков С.С., Харитонов Ю.М., Благодатний В.В. Методи очищення повітряного середовища від забруднень : Метод. вказів. — Миколаїв : УДМ техн. ун-т, 2002. — 56 с.
8. Рыжков С.С., Харитонов Ю.М., Благодатний В.В. Розрахунок викидів шкідливих речовин в атмосферу : Метод. вказів. — Миколаїв : УДМТУ, 2002. — 44 с.

Поступила в редакцию 27.03.09

The Experimental Installation for Processes of Gas Flow Cleaning from Liquid Highly Dispersed Particles Investigation

Ryzhkov S.S., Litvinov I.V.

National University of Shipbuilding, Nikolaev

The experimental installation for gas flows cleaning from liquid dispersed particles investigation is developed. The efficiency of liquid dispersed particles aerosol sedimentation due to the phenomenon of turbo phoretic force is verified. It is displayed that particles turbo phoretic sedimentation intensification by coagulators application is achieved. The coagulators consist of consistently located multilayered grid rows with various cells diameters and the sizes. The optimal coagulators characteristics are determined.

Key words: gas flow cleaning, aerosols, turbo phoretic force, net-shaped coagulators.

Received March 27, 2009

УДК 662.955

Експериментальное исследование кольцевого инжектора применительно к горелке с плоским пламенем

Пикашов В.С.¹, Великодный В.А.¹, Осиевский В.А.²

¹ *Институт газа НАН Украины, Киев*

² *ГП «Укрметртестстандарт», Киев*

Предложен новый тип инжектора — кольцевой инжектор, предназначенный для газовых горелок, реализующих режим косвенного радиационно-конвективного теплообмена в пламенных печах, и позволяющий снизить выбросы оксидов азота, увеличить ресурс работы горелки и упростить ее конструкцию. Приведены результаты экспериментальных исследований на холодной модели горелки с кольцевым инжектором при различных геометрических и режимных параметрах. Определены оптимальные геометрические параметры горелки.

Ключевые слова: кольцевой инжектор, плоскопламенная горелка.

Запропоновано новий тип інжектора — кільцевий інжектор, який призначений для газових пальників, що реалізують режим непрямого радіаційно-конвективного теплообміну в полум'яних печах, і який дозволяє знизити викиди оксидів азоту, збільшити ресурс роботи пальника і спростити його конструкцію. Приведено результати експериментальних досліджень на холодній моделі пальника з кільцевим інжектором при різних геометричних і режимних параметрах. Визначено оптимальні геометричні параметри пальника.

Ключові слова: кільцевий інжектор, плоскополум'яний пальник.