

УДК 66.074

И.В. ПИТАК, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ»,
В.Ф. МОИСЕЕВ, канд. техн. наук, проф., НТУ «ХПИ»,
П.В. КУЗНЕЦОВ, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РОТОРНОГО АППАРАТА

Определено внутреннее содержание жидкой фазы в аппарате, сравнительная оценка аппаратов по количеству затрачиваемой энергии, мощности аппарата от объемного содержания жидкой фазы в аппарате, эффективность очистки в роторном вихревом аппарате

Визначено внутрішній вміст рідкої фази в апараті, порівняльна оцінка апаратів за кількістю енергії, що витрачається, потужності апарата від об'ємного вмісту рідкої фази в апараті, ефективність очищення в роторному вихровому апараті

Defined by the inner content of the liquid phase in the apparatus, a comparative evaluation of the number of units of energy used, the power unit of the volume content of liquid phase in the apparatus, the effectiveness of treatment in a rotary vortex machine

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими заданиями. Количество удерживаемой жидкости является важной гидродинамической характеристикой, которая влияет как на гидравлическое сопротивление аппарата, так и на эффективность пылеулавливания и массообмен. В роторном вихревом аппарате жидкость находится как в виде пленки так и в виде капель жидкости. Площадь поверхности контакта фаз влияет на эффективность осаждения частичек пыли.

Изложение основного материала исследований. Определение количества жидкой фазы, которая удерживалась в аппарате осуществлялась методом отсечки, а именно. Включали аппарат, через некоторое время начинали подавать жидкость в аппарата, дождавшись пока установится режим работы аппарата с необходимым расходом жидкости прекращали подачу воды (закрывали вентель), а к напорному патрубку подставляли емкость для сбора жидкости, которая отводилась в некоторую единицу времени. Засекали время за которое жидкость выводилась из аппарата и змерялся объем жидкости ,которая

удерживалась в аппарате. После соответствующих опытов была получена зависимость объемной доли жидкой фазы в аппарате от отношения объемного расхода жидкой фазы, которая подается в аппарат, отнесенного к квадрату объемного расхода воздуха (рис. 1). Из приведенных зависимостей видно, работа аппарата с объемной долей жидкой фазы в аппарате больше чем 12 % становится неустойчивой, так как наблюдалась тенденция к «захлебыванию». Уравнения, которое приведены на графике описывает исследовательские точки с относительной погрешностью $\pm 10\%$ в диапазоне до 0,01. Объемная доля жидкой фазы в аппарате с направляющими элементами меньше чем в аппарате с гладкой проточной частью при одинаковых режимных параметрах. Это связано с повышенным выносом капель жидкости, которые образуются.

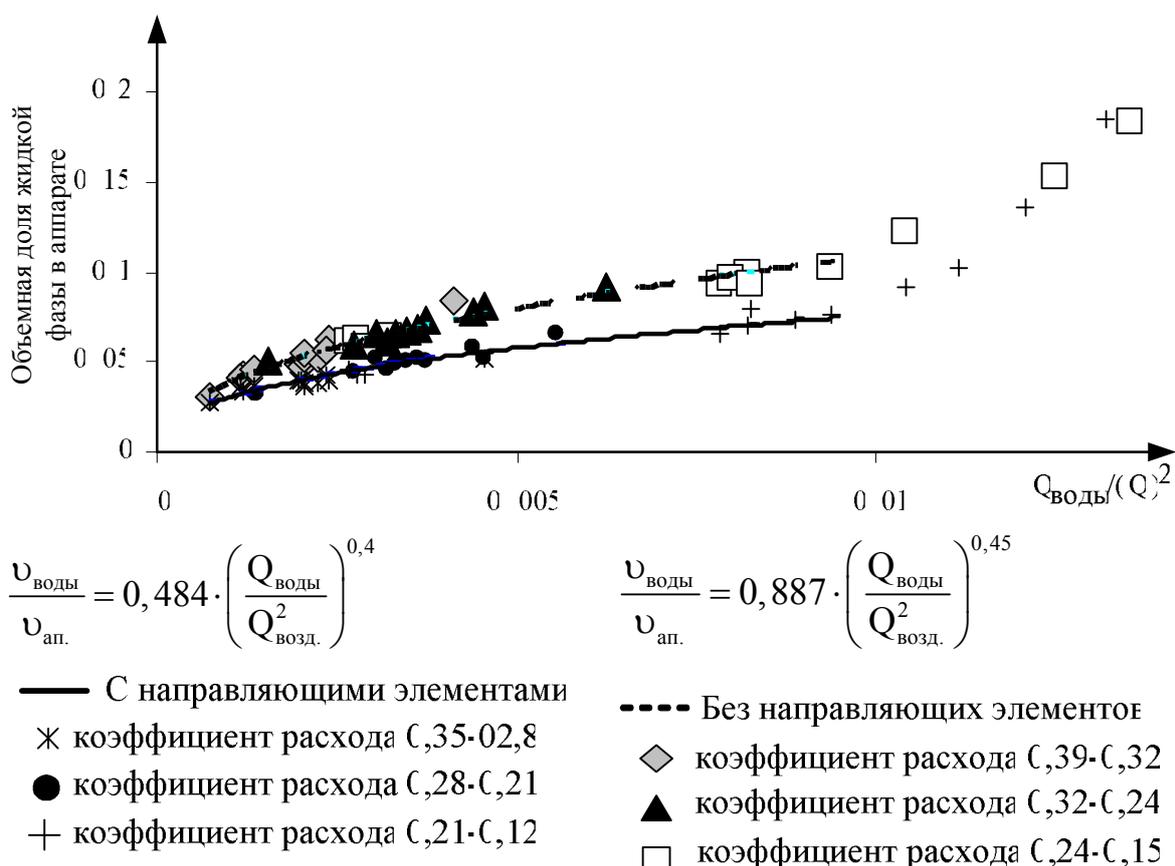


Рис. 1. Влияние режимных параметров на объемную долю жидкой фазы в аппарате

На рис. 2 полученная зависимость мощности аппарата от объемного содержания жидкой фазы в аппарате. Для построения данного графика измеряли значения мощности аппарата с гладкой проточной частью и аппарата с установленными направляющими элементами. Значения мощности аппарата измеряли без воды и с водой различным расходом. При малом содержимом жидкой фазы в аппарате, который отвечает вязкому движению жидкой фазы значения мощности одинаковы.

Но с увеличением содержания жидкой фазы в аппарате с гладкой проточной частью наблюдается более значительное увеличение мощности, чем в аппарате с направляющими элементами. Это говорит о том, что в аппарате с гладкой проточной частью внутренний расход воды, который взаимодействует с колесом больше. Однако это взаимодействие происходит в области разделителя. Таким образом, каплеобразование в аппарате с гладкой проточной частью происходит более интенсивно в области всасывающего патрубка, а не по всей длине проточной части как это происходит в аппарате с направляющими элементами.

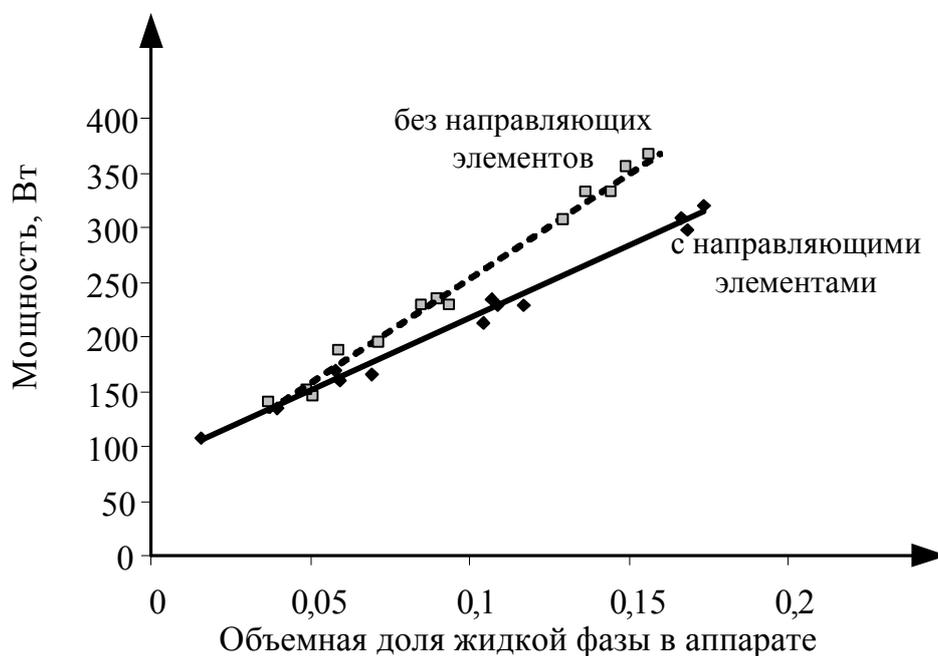


Рис. 2. Зависимость мощности аппарата от объемной доли жидкой фазы в аппарате

Эксперименты по исследованию улавливания пыли проводились на двух модельных системах: цементной пыли и дыме. Цементная пыль является относительно грубо дисперсной системой с преимуществом частиц размером больше 5 мкм. Такая пыль может быть задержана как за счет центробежного механизма так и за счет капельного улавливания. Дым представлен в основном частицами меньше 0,5 мкм. Такие частицы лишь в некоторой степени могут быть уловленные капельным захватом, а в основном, за счет диффузии, которая сближает улавливание частиц дыма и массообмен [1–4].

Воздух, забираемый аспиратором из атмосферы, проходил через фильтр АФА ВП-10, закрепленный в «открытом» аллонже гайкой. Скорость прохождения воздуха контролировалась ротаметром и регулировалась зажимом (краном), установленном на тройнике. При этом следовали методике о проведении отбора проб. При этом придерживались следующего порядка: устанавливали аллонж у места пробы; соединяли его резиновыми шлангами с расходомером и аспиратором; проверяли работу установки и особенно плотность герметизации на участке между аллонжем и расходомером; вставляли фильтр АФА в аллонж и плотно прижимали его гайкой; включали аспиратор и устанавливали необходимую скорость, отметив время начала отбора пробы; выключали аспиратор после отбора пробы; вынимали фильтр из аллонжа и делали соответствующую запись в журнале.

Порядок проведения анализа следующий:

- вынимали за выступ фильтр из бумажной кассеты;
- вскрывали пакетик из кальки и разворачивали защитные кольца; с помощью пинцета складывали фильтр и помещали его в центр чашечки весов;
- взвешивали фильтр без защитных колец;
- взвешенный фильтр осторожно расправляли за края и вновь помещали в защитные кольца; укладывали фильтр в пакетик из кальки;
- на месте отбора пробы вынимали фильтр из пакетика, вставляли в аллонж и крепко закрепляли в нем;
- выключали установку и отбирали пробу;
- после отбора пробы вынимали фильтр из аллонжа за выступы

защитного кольца;

- освобождали фильтр от защитных колец, свертывали его уловленным осадком внутрь, помещали в пакетик из кальки и переносили к месту взвешивания; перед повторным взвешиванием фильтр вынимали из пакетика и выдерживали его в течение 10 – 20 мин в условиях первоначального взвешивания;

- взвешивали фильтр; по результатам опыта и взвешивания вычисляли весовую концентрацию в месте отбора пробы.

На рис. 3 представлена зависимость эффективности улавливания пыли от объемной доли жидкой фазы в аппарате (модельная система цементная пыль). Эффективность очистки в аппарате базовой конструкции и с установленными направляющими элементами была достигнута 99 %, но с разной объемной долей жидкой фазы в аппарате, который обуславливает рост затрат энергии на очистку.

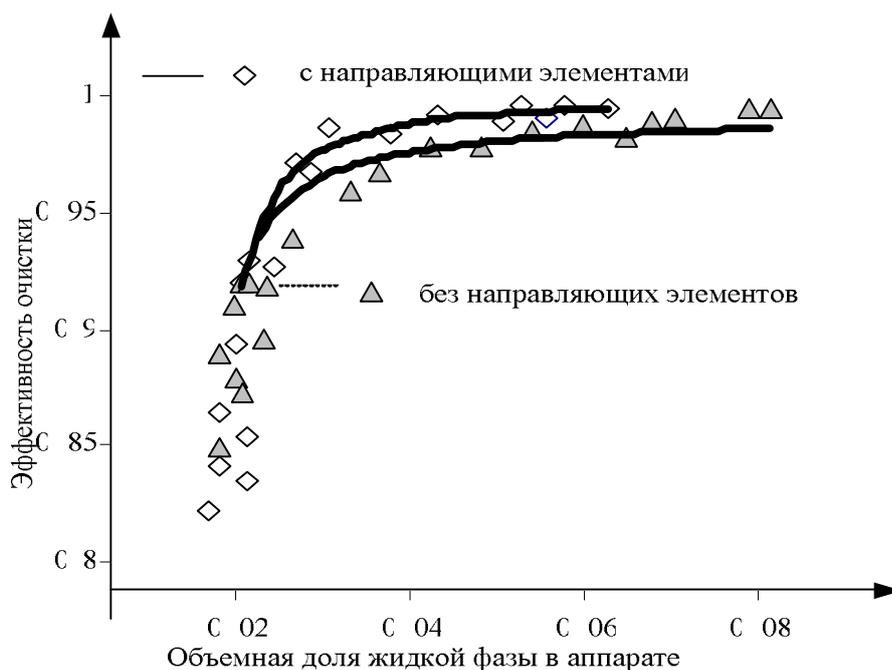


Рис. 3. Зависимость эффективности очистки от объемного содержания жидкой фазы в аппарате (модельная система – цементная пыль)

При улавливании дыма преимущество аппарата с направляющими элементами становится более выразительным. Это подтверждает отличие механизма улавливания пыли (рис. 4).

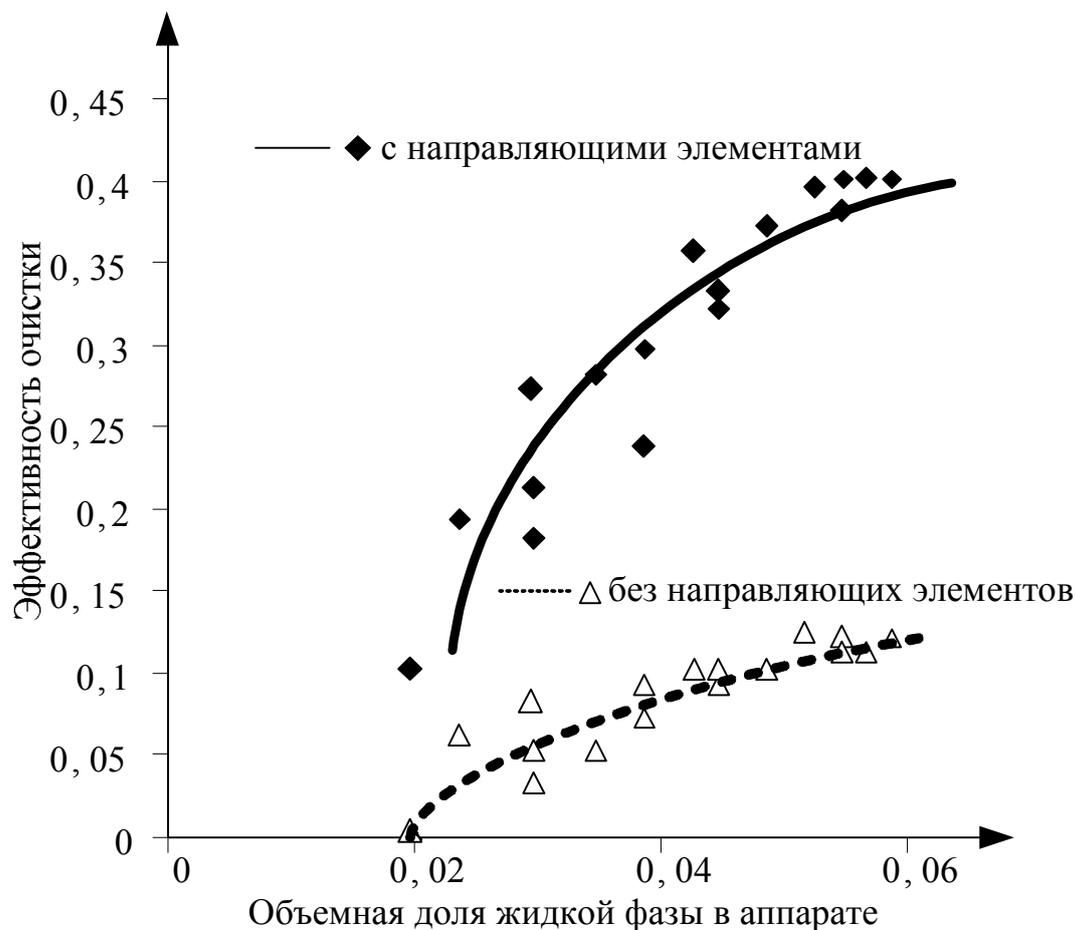


Рис. 4. Зависимость эффективности очистки от объемного содержания жидкой фазы в аппарате (модельная система – дым)

Уравнение приведенное в работе описывает результаты экспериментальных данных с погрешностью $\pm 20\%$. Для улавливания загрязняющих пылевидных веществ одной и той же концентрации повышение эффективности сопровождается ростом энергопотребления; для улавливания более мелких частиц также затрачивается больше энергии при той же эффективности.

На рис. 5 представлена сравнительная оценка аппаратов по количеству затрачиваемой энергии. Для сравнения были выбраны аппараты для очистки воздуха от пыли, размеры частиц которых составляют $\sim 3\text{--}5$ мкм: роторный вихревой аппарат с гладкой проточной частью, роторный вихревой аппарат с направляющими элементами; батарейный циклон; центробежный скруббер; центробежно-барботажный аппарат и пенный аппарат.

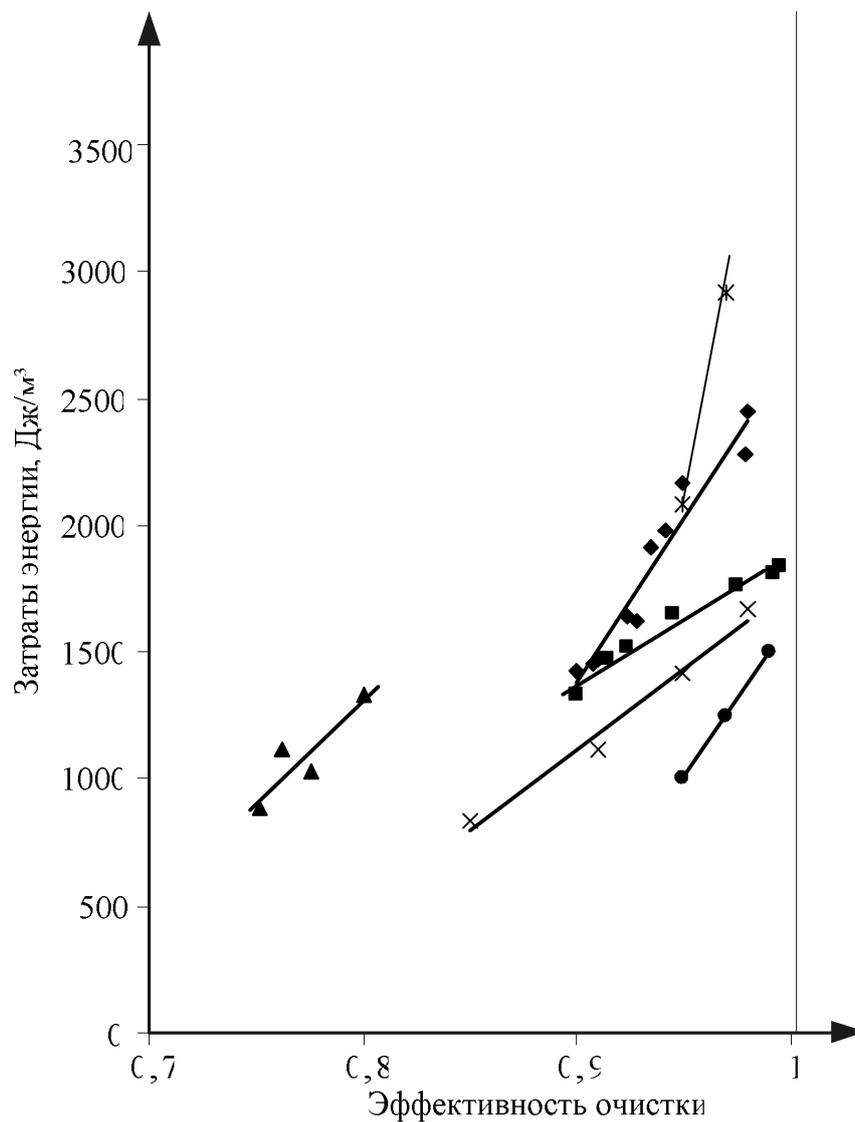


Рис. 5. Сравнительная характеристика аппаратов мокрой очистки газов от количества затрачиваемой энергии: ◆ – роторный вихревой аппарат без направляющих элементов; ■ – роторный вихревой аппарат с направляющими элементами; ▲ – батарейный циклон; × – центробежный скруббер; ● – пенный аппарат; * – центробежно-барботажный аппарат

Все рассмотренные аппараты, предназначенны для мокрой очистки газов достигают максимальной эффективности очистки, но с разным количеством затрат энергии.

Аппарат с направляющими элементами достигает максимальной эффективности очистки с затратами энергии на 40 % меньше чем аппарат с гладкой проточной частью.

Основные выводы.

Описаны параметры, характеризующие условия эксплуатации опытно-промышленной установки роторно вихревого аппарата. Представлена сравнительная характеристика аппаратов мокрой очистки газов от пыли с диаметром частиц от 3 до 5 мкм. Выявлено, что все рассматриваемые аппараты достигают максимальной эффективности очистки, кроме батарейного циклона, но с различной затратой электроэнергии. В данном случае особый интерес представлял РВА с гладкой проточной частью и РВА с установленными направляющими элементами. Установлено, что РВА с гладкой проточной частью достигает максимальной эффективности очистки с затратами энергии на 40% больше чем РВА с установленными направляющими элементами. Установка направляющих элементов на поверхности проточной части изменила характер работы аппарата. Вместо движущейся пленки по проточной части аппарата наблюдалось образование большого количества капель. Установлено, что объемная доля жидкой фазы в аппарате с направляющими элементами меньше чем в аппарате с гладкой проточной частью при одинаковых режимных параметрах. Это связано с повышенным выносом образующихся капель жидкости. Экспериментально подтверждено, что внутренний расход жидкой фазы превышает расход подаваемой в аппарат жидкой фазы. Это является важным для обеспечения высокой эффективности очистки воздуха от пыли путем ее захвата каплями жидкой фазы.

Список литературы: 1. *Питак И.В.* Определение эффективности очистки газовой воздушного потока в роторном массообменном аппарате / *И.В. Питак, А.Г. Трошин, В.Ф. Моисеев* // Східно-Європейський журнал передових технологій – Х.: Технологічний центр, – 2007, № 5/4 (29) – с. 9–12. 2. *И.В. Питак.* Гидравлическая характеристика роторного массообменного аппарата. / *И.В. Питак, А.Г. Трошин, В.Ф. Моисеев, А.В. Сурков* // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: «Хімія, хімічна технологія та екологія». – Х.: НТУ «ХПІ», – 2007. – №32. – С. 93–100. 3. *Трошин А.Г.* О режимах движения жидкой фазы в роторном вихревом массообменном аппарате / *Трошин А.Г., Питак И.В.* // Інтегровані технології та енергозбереження //Щоквартальний науково-практичний журнал. – Х.: Національний технічний університет «ХПІ», – 2007. – №4. – С. 31–37. 4. *И.В. Питак.* Аппарат для проведения процессов абсорбции и газоочистки / *И.В. Питак, П.П. Хусточкин, В.Ф. Моисеев, В.П. Шанорев* // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х.: НТУ «ХПІ» – 2005. – №9. – С. 3–6.

Поступила в редколлегию 14.06.2012