

что частицам размером менее 1 мм для срыва пленки жидкости необходимо придать частоту вращения порядка 100 000 об/мин.

Для более крупных частиц необходимы частоты вращения, исчисляемые тысячами оборотов в минуту.

Раскрутить частицы до таких высоких скоростей возможно только при создании в газовом потоке высокого градиента скоростей. Частицы приобрести высокие скорости вращения могут также и в результате касательных соударений между собой и со стенками аппарата. Для случаев ударных воздействий на частицы, не имеет значение, какую скорость вращения приобретают частицы в результате этих соударений.

В момент соударений частицы будут испытывать динамические напряжения, которые в соответствии с классическими представлениями «сопротивления материалов» [3] будут в разы превышать статические напряжения при сопоставимых условиях. Как следствие в момент удара с поверхности частиц будет сорвана пленка влаги.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабуха, Г.Л., Шрайбер, А.А., Взаимодействие частиц полидисперсного материала в двухфазных потоках, Киев: Наукова думка, 1972, 175 с.
2. Дзядзио, А.М., Кермер, А.С. Пневматический транспорт на зерноперерабатывающих предприятиях, М.: Колос, 1964 – 324 с.
3. Беляев, Н.М. Сопротивление материалов, М.: Альянс, 2015. – 608 с.

УДК 66.074.51

С.У. Ганиева, соискатель;

Н.Ш. Худайбердиева, PhD, доц. (НавГМУ, г. Навои, Узбекистан);

Э.Э. Абдулахатов, магистр; Ш.Ш. Матчанов, магистр;

Х.С. Нурмухамедов, проф., д-р техн. наук (ТХТИ, г. Ташкент, Узбекистан)

ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ВИХРЕВОГО ЦИКЛОНА С ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ПОДАЧЕЙ ФАЗ

В связи с ухудшающейся экологической обстановкой, проблема очистки промышленных газовых выбросов от газообразных и дисперсных примесей стала проблемой мирового масштаба. В 1997 году в рамках Конвенции ООН по изменению климата принят документ, соответствии с которым все развитые страны и страны с переходной

экономикой обязаны сократить выбросы в атмосферу двуокиси углерода, метана, азотистых соединений, высокодисперсных частиц и других примесей, вызывающих парниковый эффект [1].

Здоровье любой нации зависит от чистоты воздуха окружающей нас среды обитания. Чистый воздух необходим не только для людей, но и для технологических нужд предприятий различных отраслей экономики. Промышленные газовые выбросы могут отрицательно влиять на здоровье многие годы вперед или привести к летальному исходу.

Общеизвестно, любые твердые частицы в воздухе или в газах (или в жидкой фазе) могут значительно повлиять на эффективность работы аппаратов и оборудования, а иногда существенно сократить срок безотказной эксплуатации машин и аппаратов и привести к поломке [2].

Аппараты, в которых происходит непосредственное соприкосновение жидкой и газовой фаз широко применяются в химической, нефте- и газоперерабатывающих, горнодобывающих, энергетических и других отраслях экономики страны [3].

При непосредственном контакте газовой смеси с жидкой фазой происходят не только процесс очистки от твердых частиц, но и тепло- и массообменные процессы. Подобные аппараты работают в системах «газ-жидкость-твердое тело» в различных комбинациях двух агрегатных состояний веществ [4, 5].

Целью данной работы является определение гидравлического сопротивления вихревого мокрого циклона с тангенциальным завихрителем и параллельным вводом жидкой и газовой фаз.

В целях изучения гидравлического сопротивления вихревого мокрого циклона при улавливании твердой фазы из состава запыленного газа спроектирован экспериментальная установка с вводом обеих фаз через один тангенциальный завихритель.

Одним из важных этапов при проектировании экспериментального вихревого циклона являлось выбор эффективной конструкции завихрителя, обеспечивающий максимальную турбулентность при относительно низком гидравлическом сопротивлении. В связи с этим изучено влияние конструкции параллельного ввода обеих фаз через один завихритель на общее гидравлическое сопротивление вихревого аппарата и структуру потоков в цилиндрической камере.

Экспериментальная установка по изучению гидродинамики вихревого аппарата состоит из аппарата с тангенциальным завихрителем, обеспечивающий ввод газовой и жидкой фаз в верхнюю часть цилиндрического корпуса, турбогазодувки с системой измерения расхо-

да, температуры газовой фазы и байпасной линией, а также устройства для ввода твердых частиц, насоса для подачи жидкой фазы с системой измерения расхода и температуры жидкости.

В целях максимальной турбулизации вводимых потоков вращающейся по спирали вниз тангенциальная подача газа и жидкости производилась в параллельном токе. Температура воздуха соответствовала температуре окружающей среды, а воды – температуре в системе водоподачи.

В качестве газовой фазы использован атмосферный воздух, а жидкой фазы – вода.

Диаметр стеклянного корпуса вихревого аппарата 0,068 м, высота 1,5 м. Прозрачность стеклянного корпуса позволит визуально наблюдать за структурой газожидкостного потока в цилиндрической камере. В исследованиях с металлическим корпусом для эффективного отвода налипших на стенках твердых частиц в емкость, на внутренней стенке сделаны плавно очерченные спиральные канавки. На выходе из нижней части аппарата газовой и жидкой фаз для сбора жидкой фазы с твердыми частицами установлена емкость объемом 0,1 м³. Движение газовой и жидкой фаз параллельный ток и оба движутся сверху вниз. Причем, в поток газовой фазы под углом 30° вводится жидкая фаза с более высокой скоростью с целью создания высокотурбулизированного потока. Далее трехфазный поток приобретает вращательное движение и устремляется по спирали в нижнюю часть аппарата. Нижняя часть аппарата имеет небольшой участок внезапного расширения, который служит устройством для гашения скорости газожидкостного потока перед его выходом из аппарата. Жидкая фаза с твердыми частицами собирается в емкость, а газовая фаза содержащая мелкодисперсные капли жидкости отводится из нижней части аппарата и выбрасывается в окружающую среду.

В качестве объекта переработки использовали фракции кварцевого песка с диаметром частиц 50, 63, 125 и 250 мкм.

Исследования по гидравлическому сопротивлению вихревого гидроциклона от скорости потока запыленного газа показали, что функция $\Delta P=f(w)$ имеет восходящий характер во всем диапазоне скоростей (рис.1). При соотношении жидкой L фазы к газовой G фазе равной $L/G=1:1$ значение гидравлического сопротивления $\Delta P=23$ Па при скорости 3 м/с, при $w=10$ м/с величина $\Delta P=90$ Па, при $w=15$ м/с величина $\Delta P=180$ Па и соответственно при $w=23$ м/с - $\Delta P=236$ Па.

Аналогичный рост гидравлического сопротивления наблюдается и при других значениях соотношения L/G . Разница только в численных значениях, которые увеличиваются с ростом соотношения до $L/G=1:8$.

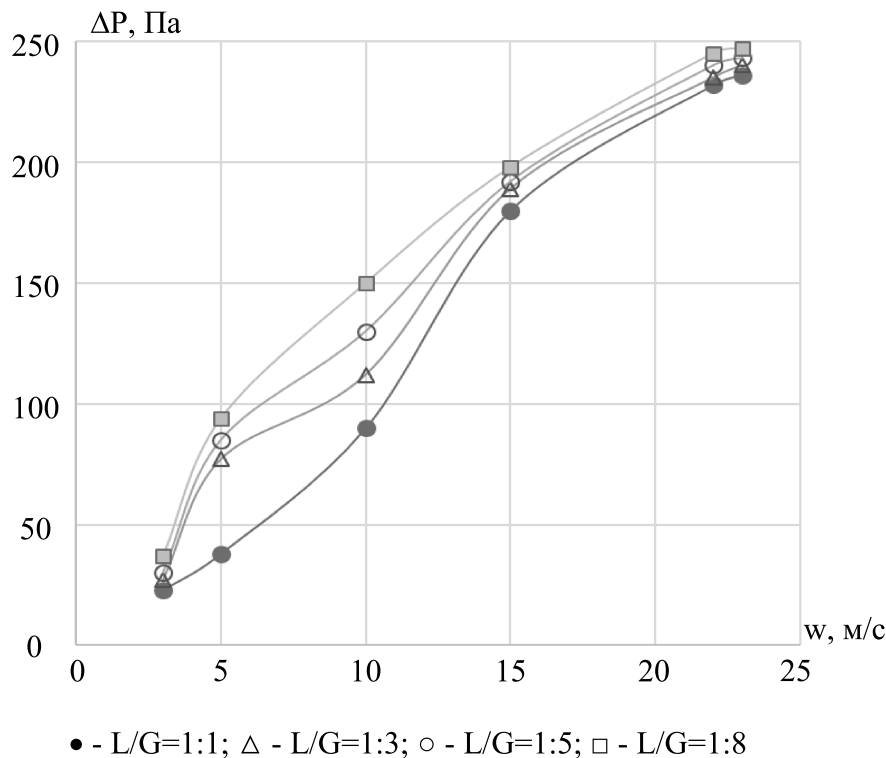


Рисунок 1 – Гидравлическое сопротивление вихревого гидроциклона от скорости запыленного газа.

Общеизвестно, что ввод фаз через тангенциальный завихритель создает центробежные силы как для газовой, так и жидкой фаз, а, следовательно, приводит к росту движущей силы процесса вихревой очистки, что способствует интенсификации разделения газовой неоднородной системы.

Выявлено, что вихревые аппараты с тангенциальными завихрителями обеспечивающие закрученный поток смеси «газ-жидкость» обладают существенными преимуществами при сопоставлении с гидроциклонами с осевым потоком.

Экспериментальные данные по гидравлическому сопротивлению вихревого гидроциклона с параллельным вводом обеих фаз через один завихритель показали хорошую корреляцию с опытными данными других исследователей. Следует отметить, что численные значения гидравлического сопротивления намного меньше, чем у аппаратов с двумя и четырьмя завихрителями. Предлагаемая конструкция обеспе-

чивает высокие скорости приводящие к росту турбулентности газожидкостного потока.

Общеизвестно, что коэффициент полезного действия вихревых контактных аппаратов зависит как от интенсивности турбулентности потоков, так и от гидравлического сопротивления мокрого циклона, который определяет энергетические затраты на прокачку газовой и жидкой фаз. Подобные вихревые аппараты обеспечивает высокую степень очистки [6] газовой неоднородной системы относительно при низких гидравлических сопротивлениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рамочная конвенция ООН об изменении климата. – FCCC/INFORMAL/84 – 30 с.
2. Карев А.Н., Тюрин М.П. Эффективность использования аппаратов мокрой очистки выбросов газов в промышленности // «Естественные и технические науки», 2021.- №9.– с.19-25.
3. Юсупбеков Н.Р., Закиров С.Г., Нурмухамедов Х.С. Кимёвий технология асосий жараён ва курилмалари. (Назария. Хисоб. Лойиха). – 2023. – 607 б.
4. Сажин Б.С, Белоусов А.С. Гидродинамические характеристики двухфазных течений в вихревых устройствах // Вестник МГТУ. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина. 2007. – С. 93-97.
5. Санакулов К.С., Бахронов Х.Ш., Ахматов А.А. Новые вихревые аппараты для решения экологических проблем в металлургии. Межд. науч.-техн.конференции, Минск-Солигорск, БГТУ, 2019. – С.101-107. <https://elib.belstu.by/handle/123456789/30537>.
6. Ганиева С.И., Шералиева О.А., Нурмухамедов Х.С., Нигмаджанов С.К. Влияние конструктивных параметров аппарата на эффективность мокрой очистки запыленного газа / Сб. трудов 1-ой межд. конф. РАСЕ-2024, Т.: ТХТИ. – С.41-45.