

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВЫХОДА ГАЗОВОЙ ФАЗЫ ОТ РЕЖИМОВ ИСТЕЧЕНИЯ ИЗ ГИДРОЦИКЛОНА

Матвиенко О.В.¹, Агафонцева М.В.²

¹ Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, Россия, Томск, пл.Соляная 2

² Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, 630090, Россия, Новосибирск, пр. Лаврентьева, 1

Одной из главных проблем работы систем теплоснабжения является проблема качества воды, с которой в систему поступают газы. Пузырьки переносятся в потоке теплоносителя. В большинстве случаев турбулентный поток достаточно силен и практически не дает возможности пузырькам всплывать. Следовательно, необходимы специальные устройства для захвата и удаления микропузырьков, которые практически не заметны для глаза по отдельности и кажутся молочной смесью в массе. Они переносятся вместе с потоком и могут быть удалены только специальными аппаратами. Микропузырьковые сепараторы (гидроциклонные устройства) предназначены для удаления воздуха в процессе работы системы.

Среди аппаратов центробежного принципа действия для разделения неоднородных систем особое место занимают гидроциклоны. Преимущество этих аппаратов в их простоте и низкой стоимости изготовления, в надежности и удобстве в эксплуатации.

Традиционный цилиндрикоконический гидроциклон представляет собой аппарат, состоящий из двух основных частей: цилиндрической с крышкой и конической. В цилиндрической части установлен входной патрубок, по которому разделяемая смесь тангенциально подается в гидроциклон. Для вывода легкой фазы служит сливной патрубок. В вершине конуса гидроциклона расположена насадка для вывода тяжелой фазы. При тангенциальной подаче исходной смеси образуются два основных вращающихся потока жидкости. В периферийной зоне жидкость движется вниз к вершине конуса. При этом часть ее выходит через насадку, основное же количество изменяет направление своего движения и, образуя внутренний восходящий поток, поднимается вверх, удаляясь из аппарата через сливной патрубок. При движении внешнего потока к вершине конуса из него выделяется часть жидкости, которая, перемещаясь в радиальном направлении, вливается во внутренний восходящий поток.

Выход разделенных фракций из верхнего и нижнего слива гидроциклона может быть организован различными способами: верхний и нижний патрубки могут быть либо открытыми, либо изолированными от атмосферы. Газовая фаза может выходить через верхний или нижний сливы, а так же через воздушный столб. В настоящей работе было проведено численное исследование выхода газовой фазы из гидроциклона в зависимости от режимов истечения из аппарата.

Для описания гидродинамики и процессов переноса в гидроциклоне использовалась физико-математическая модель, которая включает [1]:

- двумерные уравнения Навье–Стокса для описания гидродинамики суспензии (уравнения Навье–

Стокса записаны с использованием цилиндрических координат, которые наилучшим образом подходят для описания осесимметричного режима течения);

- модификацию $k-\varepsilon$ модели турбулентности, которая учитывает неізотропность турбулентности и влияние центробежных сил на процессы генерации/диссипации турбулентности;

- модель дрейфа частиц с учетом их турбулентной диффузии.

Для определения скорости дрейфа частиц относительно суспензии предполагалось равновесие между действующими на частицу массовыми силами и силой сопротивления [2].

Баланс массы твердой фазы определялся с помощью уравнения диффузии, которое описывает конвективный перенос частиц осредненным потоком и стохастическое движение частиц вследствие турбулентных пульсаций (турбулентную диффузию).

Коэффициент турбулентной диффузии частиц рассчитывался аналогично [3].

Зависимость вязкости суспензии от концентрации твердой фазы может быть учтена, например, с помощью формулы Томаса. [4].

Расчетные параметры аппарата имели значения, соответствующие экспериментам [5]: $d_c=75$ мм, $d_{in}=25$ мм, $d_{of}=25$ мм, $d_{uf}=12.5$ мм, $L_1=75$ мм, $L_2=200$ мм, $L_3=25$ мм, $l_1=100$ мм, $l_2=50$ мм.

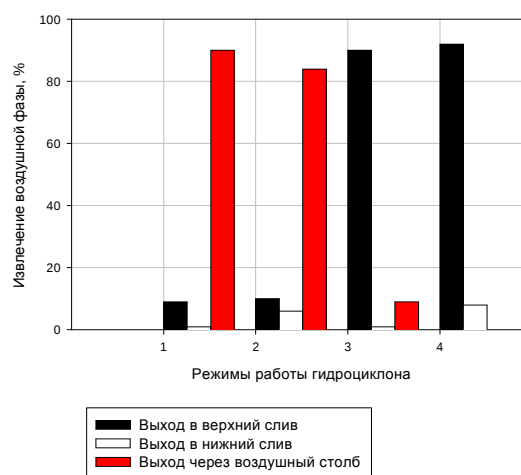


Рис. 1. Выход газовой фазы через воздушный столб, а также через верхний и нижний сливы вместе с потоком жидкости для различных режимов истечения через сливные патрубки (1 - верхний и нижний сливы открыты для свободного истечения в атмосферу; 2 - для свободного истечения в атмосферу открыт только верхний слив; 3 - для свободного истечения в атмосферу открыт только нижний слив; 4 - истечение через оба слива происходит в изолированные от атмосферы емкости).

Рис. 1 характеризует выход газовой фазы через воздушный столб, а также через верхний и нижний сливы вместе с потоком жидкости для различных режимов истечения через сливные патрубки. Если верхний сливной патрубок изолирован от атмосферы, то около 90% воздуха, содержащегося в подаваемой смеси выносятся вместе с жидкостью через верхний слив и только 10% через нижний. В случае открытого верхнего патрубка концентрация газовой фазы в жидкости в верхнем и нижнем сливах уменьшается примерно до 10%. Основная часть газовой фазы выносятся через воздушный столб.

Выполненные расчеты свидетельствуют о высокой эффективности метода гидроциклонирования для дегазации жидкой фазы. Наиболее эффективным яв-

ляется режим истечения в атмосферу через верхний и нижний сливные патрубки.

Список литературы:

1. Баранов Д.А., Кутепов А.М., Лагуткин М.Г. Расчёт сепарационных процессов в гидроциклонах // Теор. основы хим. технол. 1996. т.30. №2. С.117 – 122.
2. Trawinski H. Der Trennvorgang im Hydrozyklon // Aufbereitungstechnik. 1995. Band 36. S. 410 – 417.
3. Neeße, Th., Schubert, H. Modellierung und verfahrenstechnische Dimensionierung der turbulenten Querstromklassierung. Teil II. Chem. Techn. 1976. V.28. № 2.
4. Neeße, Th., Schubert, H. Modellierung und verfahrenstechnische Dimensionierung der turbulenten Querstromklassierung. Teil III. Chem. Techn. 1976. V.28. № 5.
5. Monredon T.C., Hsien K.T., Rajamani, R.K. Fluid Flow model of the hydrocyclone an investigation of device dimensions. \Int. J. of Mineral Process. Vol. 35. 1992. pp. 65 – 83.