

*Пак Н.А.,
выпускник магистратуры
Московский Государственный Технический
Университет им Н.Э. Баумана,
г. Москва*

*Афросина К.И.,
выпускник магистратуры
Московский Государственный Технический
Университет им Н.Э. Баумана,
г. Москва*

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОЦИКЛОНОВ ДЛЯ РАЗДЕЛЕНИЯ НЕОДНОРОДНЫХ СРЕД

***Аннотация:** Целью статьи является анализ возможности использования гидроциклонов как оптимального метода разделения гетерогенных систем. Применение гидроциклонов благодаря своей конструкции и отсутствию движущихся частей позволяет проводить непрерывную очистку внешней среды в которой во взвешенном состоянии находятся частицы дисперсной фазы. Также приведен анализ различных аппаратов разделения фаз.*

***Ключевые слова:** разделение фаз, очистка, гидроциклон, гетерогенная система, дисперсия, суспензии.*

***Pak Nikita**
master, Bauman Moscow State Technical University*

***Afrosina Karina**
master, Bauman Moscow State Technical University*

***Abstract:** The purpose of the article is to analyze the possibility of using hydrocyclones as the optimal parameter for the separation of heterogeneous systems.*

The use of hydrocyclones due to its design and the absence of moving parts allows for continuous cleaning of the external environment in which particles of the dispersed phase are present in suspension. An analysis of various phase separation devices is also given.

Keywords: *phase separation, purification, hydrocyclone, heterogeneous system, dispersion, suspensions.*

Для большинства технологических систем необходимо разделение дисперсных систем. Поэтому становится актуальным развитие и применение различных аппаратов диспергирования. Дисперсные системы – это системы, состоящие из двух и более фаз, которые могут быть разделены механическим путем.

Разновидности дисперсных систем представлены в таблице 1[1].

Таблица 1

Разновидности дисперсных систем

Название дисперсной среды	Дисперсная фаза	Дисперсная среда
Суспензии	Взвешенные твердые частицы	Жидкость
Эмульсии	Взвешенные капли другой жидкости	Жидкость
Пены	Газовые пузырьки	Жидкость
Аэрозоли	Взвешенные твердые частицы	Газ
Туманы	Взвешенные капли жидкости	Газ

В зависимости от типа дисперсной системы можно использовать разделение следующими методами: отстаивание, фильтрование, центрифугирование и флотация. Загрязнения механического характера как

правило являются взвешенной твердой фазой, а применяемые в химической промышленности процессы разделения суспензий производятся под воздействиями сил, различной природы:

- под действием гравитационного поля земного шара;
- перепад давлений;
- центробежная сила.

Принцип гравитационного осаждения частиц (использование сил тяжести для отделения жидкой фазы суспензии от твердой) используется в отстойниках, а сам процесс называется отстаиванием.

Данный процесс проходит достаточно медленно, поэтому для интенсификации используются способы уменьшения вязкости жидкости (например, путём её нагревания, если нужно в техпроцессах) и увеличение диаметров частиц твердой фазы; это можно сделать за счёт добавления в суспензию коагулянтов/флокулянтов, которые вызывают образование хлопьев твердой фазы[2].

К недостаткам можно отнести низкую степень разделения суспензий, поэтому могут служить только для первичной очистки. Кроме того, отстойники обладают большими габаритами, что так же может служить существенным минусом.

Перепад давлений используется в основном в комбинации с фильтрующими материалами. Суспензия под давлением проходит через фильтрующую перегородку и в зависимости от характеристик перегородки, размера ее ячеек, задерживаются частицы различной величины. Недостатком таких аппаратов является необходимость регенерации фильтрующей загрузки, и как следствие остановка режима работы для осуществления дополнительных операций.

Разделение гетерогенных систем осуществляется под действием центробежных сил. Действующая сила определяет конструкцию аппарата и гидроциклон имеет вертикальный цилиндрикоконический корпус с центральным отверстием для выхода очищенной жидкости, а подача жидкости осуществляется

через тангенсальный патрубок. Отделенный дисперсный материал оседает в виде шлама в коническую часть гидроциклона, откуда периодически удаляется [1].

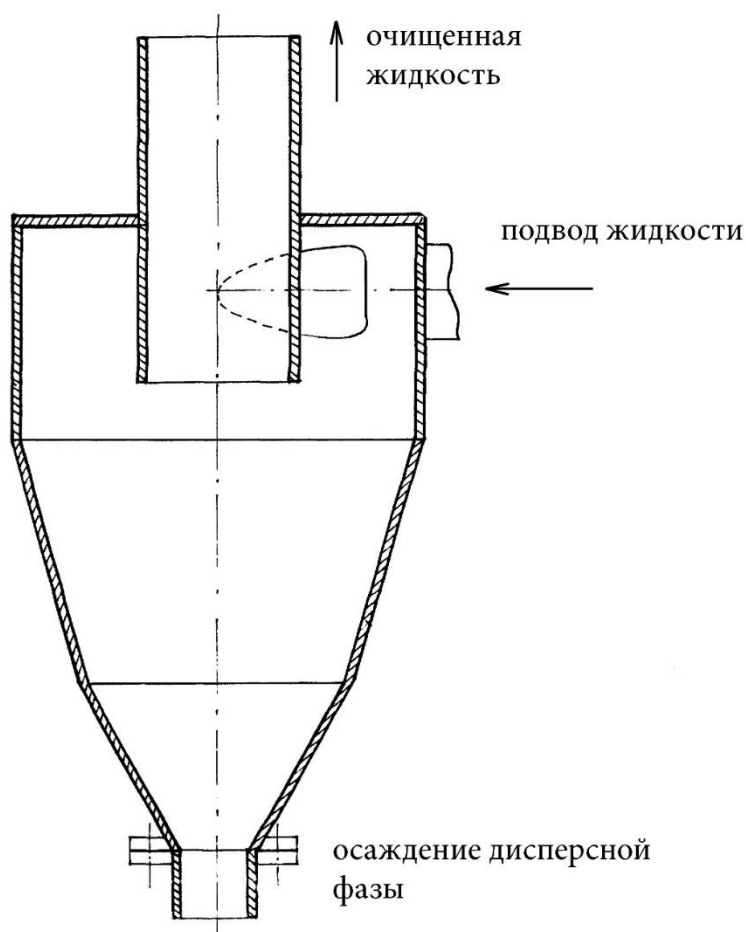


Рисунок 1. Принципиальная схема гидроциклона.

Низконапорные (открытые) гидроциклоны используются для предварительной очистки воды от взвешенных твердых веществ и мелких волокон на промышленных предприятиях различного профиля. Такие процессы могут использоваться для удаления взвешенных твердых частиц, мелких волокон, а также эмульгированных масел или жиров в процессах очистки сточных вод, в том числе в текстильном производстве. По технологическим показателям и области применения их можно рассматривать как альтернативу отстойникам[3].

В гидроциклонах, в отличие от циклонных пылеуловителей, плотности жидкостной фазы и твердых частиц являются величинами одного порядка, в

результате чего присутствие твердой фазы не вносит существенных искажений в картину движения высоковязкого потока жидкости. Поэтому возможно аппроксимировать гидродинамическую мидель работы гидроциклона, полученную для однофазного потока, на двухфазную систему, содержащую жидкость и твердые частицы. Твердая частица, поступая в гидроциклон, вместе с потоком пульпы вовлекается во вращательное движение вокруг оси гидроциклона; одновременно частица двигается в осевом и радиальном направлениях со скоростью, зависящей от соотношения между действующими на нее силами. Чем меньше частицы и чем меньше разница между плотностями дисперсной фазой и средой (вода), тем ближе друг к другу траектории их движения с линиями тока жидкости. Самые тонкие частицы движутся в гидроциклоне почти так же, как частицы жидкости, и распределяются между песками и сливом в том же соотношении, что и жидкость[4].

Их достоинством являются небольшие размеры, эффективность работы, несложная конструкция и возможность объединения аппаратов в один большой комплекс. Но в таком простом по конструкции аппарате протекает сложный гидродинамический процесс. Режим течения жидкости в аппарате носит турбулентный характер, поэтому возникает явление, называемое турбулентная диффузия, которая сильно влияет на разделяющую способность гидроциклона. Поэтому необходимой задачей является расчет эффективности турбулентной сепарации гидроциклона при разделении дисперсных сред.

Сохраняя преимущества отстойников, заключающиеся в простоте конструкции и высокой надежности работы, открытые гидроциклоны имеют более высокую эффективность очистки воды, чем вертикальные отстойники. При этом, одинаковых показателях работы, отстойники превосходят открытые гидроциклоны размерами и капитальными затратами, их применение дает наиболее качественную очистку как производственных сточных вод, так и на этапах водоподготовки и забора воды из открытых источников.

СПИСОК ЦИТИРУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Башаров М.М., Сергеева О.А. Устройство и расчет гидроциклонов: учебное пособие. Под ред. А.Г. Лаптева. – Казань: Вестфалика, 2012 – 92 с.
2. Сажин, Б.С. Экологическая безопасность технологических процессов/ Б.С. Сажин, О.С. Кочетов, Л.И. Гудим Л.М. Кочетов. М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2007.
3. Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник. Т.1. – Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2003.
4. Дытнерский Ю.И., Борисов Г.С., Брыков В.П. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1991.