

Б. И. Мубаракшин, И. Т. Хуснутдинов, В. И. Петров

АНАЛИЗ ВЫБОРА КОНСТРУКЦИЙ ГИДРОЦИКЛОНОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Ключевые слова: гидроциклон, открытый гидроциклон, многоярусный гидроциклон, напорный гидроциклон, осаждение, фильтрация, сточные воды.

В статье представлен обзор существующих конструкций гидроциклонов, перечислены основные критерии подбора конструкции, размеров и количества гидроциклонов. Приведена классификация гидроциклонов, описаны конструктивные особенности, достоинства иностранной конструкции Ritema. Приведены факторы, влияющие на эффективность работы гидроциклонных аппаратов.

Keywords: hydrocyclone, open hydrocyclone, many-tier hydrocyclone, a pressure head hydrocyclone, sedimentation, a filtration, sewage.

The review of existing designs of hydrocyclones is presented in article, the main criteria of selection of a design, the sizes and quantity of hydrocyclones are listed. Classification of hydrocyclones is given, design features, merits and demerits of a foreign design of Ritema are described. The factors influencing overall performance of hydroclone devices are given

Гидроциклоны - аппараты, предназначенные для классификации и обогащения в водной среде тонкоизмельченных материалов по гидравлической крупности, для сгущения и дешламации продуктов обогащения [1,2].

В справочном пособии СНиП «Проектирование сооружений для очистки сточных вод» рассматриваются различные виды гидроциклонов: открытые, многоярусные гидроциклоны с центральными выпусками (рис. 1), многоярусные гидроциклоны с периферийным отбором очищенной воды, напорные гидроциклоны (рис. 2) и др. [1].

Для расчета и проектирования установок с гидроциклонами должны быть заданы следующие параметры по воде и по загрязнениям:

- 1) общее количество сточных вод, м³/ч; температура сточных вод, °С;
- 2) периодичность образования сточных вод; тяжелые механические примеси, мг/л;
- 3) нефтепродукты, масла, мг/л; плотность тяжелых и легких загрязнений, г/см³;
- 4) кинетика осаждения механических примесей тяжелее и легче воды, при их расчетной концентрации в исходной воде;
- 5) требуемая степень очистки (%) или допустимое содержание загрязнений легче и тяжелее воды, мг/л;

6) гидравлическая крупность частиц, тяжелее и легче воды, которую необходимо выделить для обеспечения требуемой степени очистки, мм/с [4].

Эффективность работы гидроциклона во многом определяется соотношением его конструктивных размеров. Оптимальное соотношение конструктивных размеров гидроциклона зависит от физических свойств загрязненной жидкости (вязкости суспензии, вязкости дисперсной среды, содержания в ней твердых частиц, их гранулометрического состава и их удельного веса).

Изменение конструктивных соотношений и, в первую очередь, так называемого разгрузочного соотношения (отношение диаметра разгрузочного отверстия к диаметру сливного отверстия) является одним из основных методов регулирования работы гидроциклона (производительности, крупности раз-

деления, выхода верхнего слива и разгрузочной жидкости и содержания в них твердых частиц) [5].

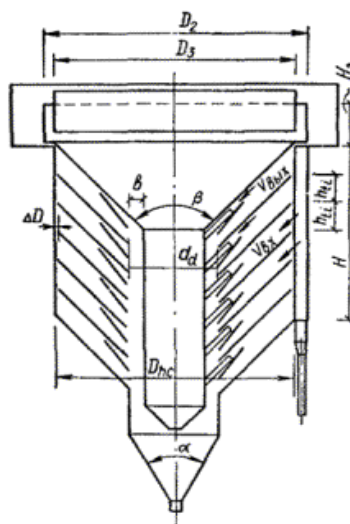


Рис. 1 – Схема многоярусного гидроциклона с центральными выпусками

Исходя из общего количества сточных вод Q_w , определяется количество рабочих единиц гидроциклонов:

$$N = Q_w / Q_{hc},$$

где Q_w – общее количество сточных вод, Q_{hc} – расход воды, который может подаваться на один аппарат).

После расчета диаметра аппарата, определяются основные конструктивные размеры гидроциклона.

Угол наклона образующей конических диафрагм в открытых гидроциклонах в каждом конкретном случае должен задаваться в зависимости от свойств выделяемого осадка, но не менее 45° [5].

Нами рассмотрена конструкция гидроциклона с проникающей конической частью «Ritema», разработанная и запатентованная «Particulate System Research Group» в федеральном университете Уберландии [3]. Для расчета такого гидроциклона рекомендуется использовать метод, описанный в научной статье [4].

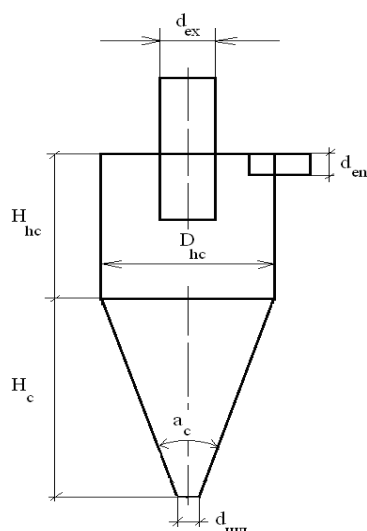


Рис. 2 – Схема напорного гидроциклона

Особенностью данных гидроциклонов является то, что работа фильтрующего гидроциклона аналогична работе обычных сепараторов, но в дополнение к объемной скорости потока, есть дополнительный поток жидкости - результат фильтрации проводимого в пористом конусе. Схема гидроциклона представлена на рис. 3.

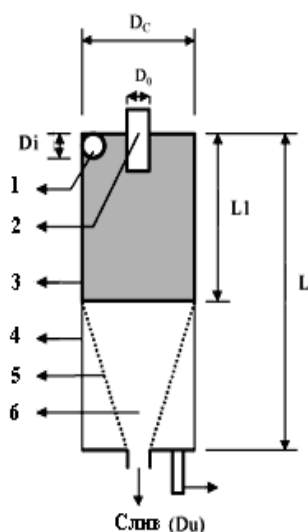


Рис. 3 – Схема гидроциклона с проникающей конической частью: 1 – входной патрубок; 2- перелив; 3 – цилиндрическая часть; 4 – стеклянная цилиндрическая часть; 5 – коническая часть; 6 – угол стока

Оптимальные конструктивные соотношения гидроциклона с проникающей конической частью приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Геометрические пропорции гидроциклонов HF11 и HC11

D_i/D_c	D_0/D_c	L/D_c	L_1/D_c	q
0.26	0.22	6.9	0.5	11.2°

В гидроциклонах такого вида производительность сильно зависит от проникающей способности среды. Кроме того, у гидроциклонов фильтрация более низкая объемная скорость подачи потока, чем в обычном напорном гидроциклоне [4,7].

Выводы

1) Для более качественного очищения сточных вод различных производств выбор гидроциклонов должен осуществляться не только по расчетным параметрам, но и по геометрическим симплексам.

2) Наличие проникающей стенки в гидроциклоне предложенного «Particulate System Research Group» уменьшает радиальную силу к центру устройства. Поэтому, проникающий гидроциклон может обеспечить большую эффективность, повышенную пропускную способность по жидкой фазе и значительно уменьшить энергопотребление, чем обычный напорный гидроциклон при равных эксплуатационных условиях.

Литература

- 1) Шестопалова З.С. Справочное пособие к СНиП. Проектирование сооружений для очистки сточных вод/ З.С. Шестопалова// М.: Стройиздат.-1990.
- 2) Шестов Р.Н. Гидроциклоны./ Р.Н. Шестов // Л.: Манинстроение.-1967г.
- 3) Bhaskar, K. U., Murthy, Y. R., Raju, M. R., Tiwari, S., Srivastava, J. K., Ramakrishnan, N., CFD simulation and experimental validation studies on hydrocyclone, Minerals Engineering, 20, 60-71.-2007.
- 4) D. C. Oliveira; C. A. K. Almeida; L. G. M. Vieira; J. J. R. Damasceno; M. A. S. Barrozo – «Influence of geometric dimensions on the performance of a filtering hydrocyclone: an experimental and cfd study», Braz. J. Chem. Eng. vol.26 no.3 São Paulo July/Sept.-2009.
- 5) Валеев С.И., Верин Д.Ю., Булкин В.А. Выбор метода измерения для исследования полей скоростей и давления гидроциклона / С.И. Валеев, Д.Ю. Верин, В.А. Булкин // Вестник Казанского национального технологического университета. -2013. - № 15.-С.292-294
- 6) Лаптев А.Г., Башаров М.М., Фарахова А.И. Математическое моделирование разделения тонкодисперсной фазы в гидроциклоне / А.Г. Лаптев, М.М. Башаров, А.И. Фарахова // Вестник Казанского национального технологического университета. -2012. - № 24.-С.132-135
- 7) Верин Д.Ю., Валеев С.И., Булкин В.А. Гидродинамика цилиндрикоконического гидроциклона для разделения эмульсий с учетом эффективной вязкости гидроциклона / Д.Ю. Верин, С.И. Валеев, В.А. Булкин // Вестник Казанского национального технологического университета. -2012. - № 15.-С.117-119