

О.С. Мельник, Д.О. Мельник, Одесская государственная академия строительства и архитектуры

НАПОРНЫЕ ГИДРОЦИКЛОНЫ В КОММУНАЛЬНОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ДРУГИХ СФЕРАХ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

Известны положительные стороны применения напорных гидроциклонов, но есть трудности при их подборе. В данной статье сформулированы рекомендации по подбору гидроциклонов.

Відомі позитивні сторони застосування напірних гідроциклонів. Але є труднощі при їх підборі. У даному матеріалі сформульовані рекомендації по підборі гідроциклонів.

Known positive side of pressure hydrocyclones. but there are difficulties in their selection. This article offers recommendations on selection of hydrocyclones.

Известны положительные стороны применения напорных гидроциклонов (ГЦ) в различных областях хозяйствования в т.ч. и в технологии очистки сточных вод. Однако есть трудности их подбора. Подтверждением эффективности применения ГЦ может послужить сравнительная оценка показателей на рис. 1.

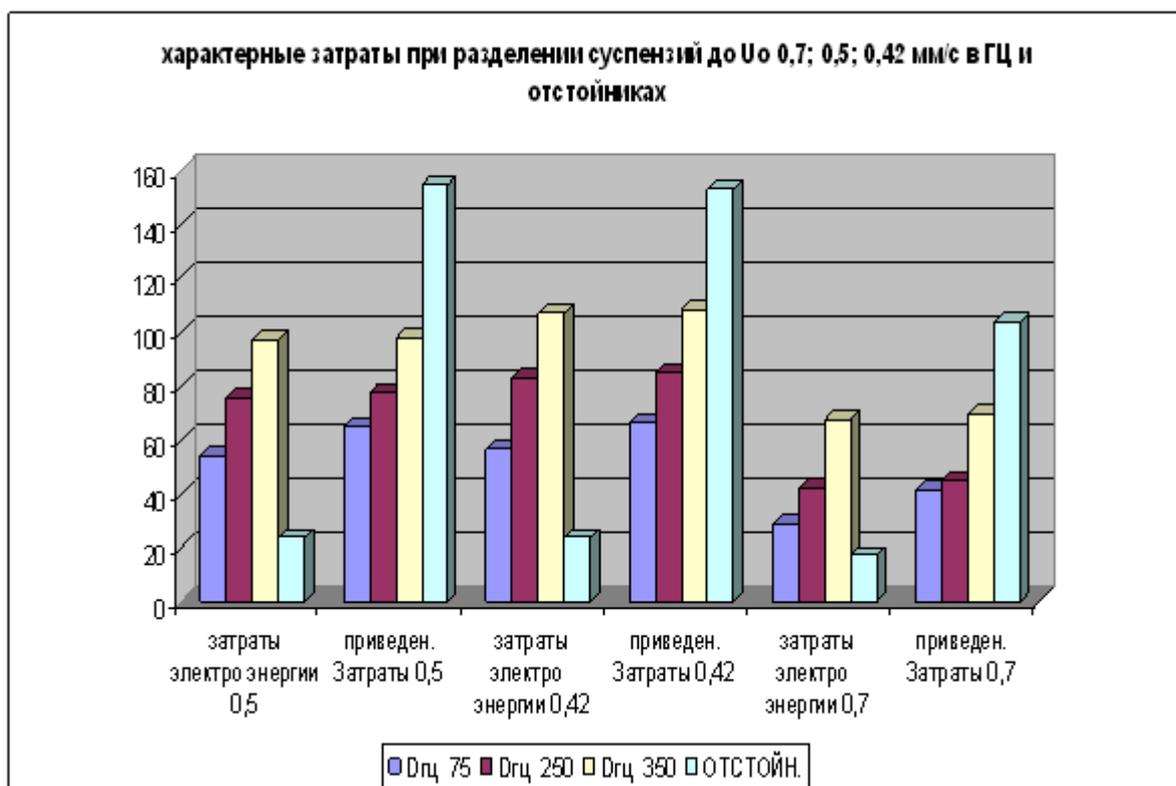


Рис. 1

Оценка применения отстойников и нескольких типоразмеров гидроциклонов [1,4] показывает, что в ряде случаев целесообразна замена отстойников на ГЦ, а в случае выбора ГЦ следует стремиться к уменьшению их диаметра, при этом не забывая о возможной забивке входного и шламового отверстий у гидроциклонов меньших диаметров.

Известно более тысячи публикаций по результатам исследований и изобретений по новым конструкциям. В литературе имеется значительное количество зависимостей, чаще эмпирических, для определения расходов входа, слива, шлама соответственно $Q_{вх}$, $q_{сл}$, $q_{шл}$, и граничной крупности разделения $\delta_{гр}$, однако часто не известны условия, при которых они выведены, поэтому применимы они со значительной степенью риска получения не адекватных результатов. Подсчёты по некоторым зависимостям имеют расхождение более 500% [6].

При таком положении проектировщикам без глубокого, и критического изучения литературных источников и достаточного опыта применения ГЦ легко принять ошибочное решение по их применению.

Алгоритм подбора ГЦ для нужд канализации с учётом требований [2], рекомендаций [3] и опыта применения ГЦ можно представить в следующей последовательности:

1. изучение требований технологических инструкций заказчика (предприятия).
2. изучение инструкции производителей ГЦ.
3. изучение рекомендаций СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения».
4. изучение рекомендаций: справочного пособия к СНиП «Проектирование сооружений для очистки сточных вод» (М.: Стройиздат, 1990.-192 с).
5. учёт данных практического применения гидроциклонов, изобретений и научных разработок по гидроциклонам.

Приведенная последовательность, по сути, в общем виде позволяет сформулировать следующие пункты последующего поэтапного подбора гидроциклона:

1. Изучение исходных данных о воде (о сточной воде или другой технологической жидкости) на предмет качественных, количественных характеристик, график ее поступления на очистку (возможность её накопления и хранения).

2. Учёт требований к степени очистки или других условий (сгущение, классификация и т.д.) и согласование их с кривыми седиментации качественными и количественными характеристиками (п. 1) .

3. Определение граничного диаметра $\delta_{гр}$ задерживаемых частиц (1).

4. Подбор гидроциклона согласно рекомендациям производителя, нормативных документов (или данных источников литературы) исходя из возможности выделения намеченного граничного диаметра $\delta_{гр}$.

а) назначение конструктивных размеров гидроциклона с учётом:

– подготовки суспензии для предупреждения засорения входного, сливного и шламowego патрубков (с этой целью может рассматриваться вариант применения нескольких ступеней гидроциклонов со ступенчатым уменьшением их размеров);

– минимального размера патрубков и максимального размера частиц суспензии (с учётом не засорения патрубков)

б) назначение технологических параметров работы гидроциклона.

5. Проверка граничного диаметра $\delta_{гр}$ (мкм) задерживаемых частиц:

$$\delta_{гр} = 2,7 \cdot 10^3 \frac{D_{hc}^{0,343} d_{en}^{1,143} d_{ex}^{0,014} \mu^{0,3}}{d_{шл}^{0,372} H_{ц}^{0,307} H_{к}^{0,714} (\rho_{т} - \rho_{ж})^{0,3} P_{en}^{0,222}}, \quad (1)$$

где D_{hc} – диаметр гидроциклона, см; d_{en} , d_{ex} , $d_{шл}$ – диаметры эквивалентный входного, сливного и шламowego патрубков, см; μ – динамическая вязкость, мПа·с; $H_{ц}$ – высота цилиндрической части, см; $H_{к}$ – высота конической части, см; $\rho_{т}$ – плотность твёрдого суспензии, г /см³; $\rho_{ж}$ – плотность жидкого суспензии, г /см³; P_{en} – давление на входе в ГЦ, мПа.

6. Принятие решения о соответствии требуемому значению $\delta_{гр}$ полученного – расчётного.

7. При необходимости корректировка конструктивных и технологических параметров и подсчёт снова $\delta_{гр}$ до получения необходимого значения.

8. Подсчёт производительности единичного аппарата Q_{en} (л/с):

$$Q_{en} = 1,03 D_{kc}^{0,053} \alpha_{en}^{1,28} \alpha_{en}^{0,405} \alpha_{шл}^{0,143} H_{ш}^{0,015} \alpha^{0,025} F_{en}^{0,443}, \quad (2)$$

где α – угол конусности конической части, град.

9. Определение количества рабочих и резервных аппаратов.

10. Определение расхода (потерь воды с выделенным осадком) через шламовую насадку:

$$Q_{шл} = 0,026 \frac{D_{kc}^{1,45} \alpha_{en}^{0,24} \alpha_{шл}^{0,286} H_{ш}^{0,09}}{\alpha_{en}^{2,318} \alpha^{0,46} F_{en}^{0,32}}, \text{ л/с.} \quad (3)$$

Такой многоцикловый подход (см. п. 7) выработан из-за отсутствия единой оценки гидродинамики потоков в рабочем объеме гидроциклона и отсутствия единой методики проведения экспериментов оценки и описания их результатов.

Вывод. Можно рекомендовать при проведении научных исследований, связанных с ГЦ, полученные результаты сопровождать сравнением с результатами подсчётов по эмпирическим зависимостям, выведенными на основе большого фактического материала, под руководством В.В. Найденко [6].

Литература

1. Пономарёв В.Г., Улановский Я.Б. Очистка сточных вод от нефтепродуктов// материалы 8-го Международного конгресса «Вода: экология и технология» ЭКВАТЭК-2008 [электронный ресурс]. – М. ЗАО «Фирма СИБИКО Интернэшнл», 2008, «Водоснабжение».
2. СНиП 2.04.03-85 Канализация наружные сети и сооружения. М. 1986.- 74с.
3. Справочное пособие к СНиП/ Проектирование сооружений для очистки сточных вод.-М.: Стройиздат. 1990.- 191 с.
4. Очистка сточных вод в гидроциклонах/ И.В. Скирдов, В.Г. Пономарёв. – М.: Стройиздат. 1975.- 176 с.
5. Гидроциклоны, футерованные каменным литъём. Инструкция по эксплуатации. Внешмашиздат. 1980.- 27 с.
6. Найденко В. В. Применение математических методов и ЭВМ для оптимизации и управления процессами разделения суспензий в напорных гидроциклонах / В. В. Найденко. – Горький: Волго-Вят. кн. изд-во, 1976. – 287 с.