

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ГЕНЕРАТОРА

Н.В. Пилипец, к.т.н., и.о. заведующего НПЛ «Чистая вода»

Д.Д. Авзалов, аспирант

А.И. Сечин, д.т.н., профессор

Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30,

тел.+7 9234212997

E-mail: chemy@tpu.ru

Жесткость воды - это общая проблема для муниципальных систем водоснабжения, промышленных предприятий и тепловых станций. Особенно чувствительна данная проблема там, где для хозяйственно-питьевого водоснабжения используют подземные и грунтовые воды. Например, в Западно-Сибирском регионе для водоснабжения, в основном, используются подземные воды, которые характеризуются жесткостью, связанной с наличием в составе минеральных примесей до 70-80 % мас. гидрокарбоната кальция.

Многие отрасли производства предъявляют высокие требования к качеству используемой воды, в частности к общей жесткости. Одним из способов умягчения воды является обработка воды с использованием гидродинамического генератора и гидроксида аммония [1], показавшего неплохую эффективность [2]. Целью настоящей работы является разработка методики расчета гидродинамического генератора.

Гидродинамический генератор, представляет собой вертикальный аппарат с решеткой, имеющей значение проходного сечения, равное 5 % (доля свободного сечения в решетке S_0), выбор процентного соотношения обусловлен эффективным гидродинамическим режимом работы генератора (избыточным давлением P и величиной Re). Выбор диаметра отверстий обусловлен образованием устойчивой микропузырьковой газожидкостной среды, сохраняющей дисперсное состояние в течение 10 мин с гарантированной дисперсностью 50 ± 30 мкм [3].

При выполнении расчета гидродинамического генератора необходимо определить такие параметры, как диаметр отверстий решетки, конструктивные размеры решетки и перепад давления, создаваемый решеткой при определенном расходе воды. При истечении водных растворов через отверстия в решетке сечение потока сужается, поэтому принимаем каждое отверстие в решетке в качестве сопла и выполняем расчеты на основе определения параметров сопла [4-6].

Исходными данными для расчета являются массовый расход среды (q_m), давление среды (p), температура среды (t), диаметр трубопровода (D_{20}). Рассчитываем коэффициент, учитывающий изменение внутреннего диаметра трубопровода, обусловленное отклонением температуры среды от 20 °С, вычисляемый по формуле

$$K_T = 1 + \alpha_{tT}(t - 20),$$

где α_{tT} – температурный коэффициент линейного расширения материала трубопровода.

Значение относительного диаметра отверстия – отношения диаметра отверстия к внутреннему диаметру трубы:

$$\beta = \frac{d}{D}$$

Используя значение β , вычисляем диаметр отверстия решетки по формуле

$$d = \beta \cdot D,$$

где β – относительный диаметр отверстия; D – внутренний диаметр трубы при рабочей температуре, м.

Для вычисления величины перепада давления рассчитываем значение вспомогательной величины S по формуле:

$$S = \frac{8}{\rho} \left(\frac{q_{mmax}}{\pi \cdot C \cdot E \cdot K_{ш} \cdot d^2} \right)^2,$$

где ρ – плотность среды, кг/м³; q_m – массовый расход среды, кг/с; C – коэффициент истечения для отверстия в решетке; E – коэффициент скорости входа; $K_{ш}$ – поправочный коэффициент, учитывающий шероховатость внутренней поверхности трубы.

При разбивке по равностороннему треугольнику шаг между отверстиями определяется по выражению

$$t = d \sqrt{0,91 / S_0}.$$

Из экспериментальных данных известно, что доля свободного сечения в решетке S_0 равна 0,05 [2].

Толщина решетки δ численно равна длине канала отверстий L , для которой выполняется условие $L \geq 10d$.

Проведенные экспериментальные исследования показали хорошие результаты по умягчению воды.

В данной работе не нашло отражение выбора материала решетки, имеющее несомненно определяющее значение. Так же находятся в состоянии исследования и другие технические характеристики устройства.

В результате проделанной работы была разработана методика расчета гидродинамического генератора, являющимся устройством для умягчения воды при ее подготовке.

Список литературы:

1. Маланова Н.В., Косинцев В.И., Коробочкин В.В. Микрогетерогенные процессы в технологии умягчения подземных вод Западной Сибири // Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. – 2014. – Т.57. – № 11. – С. 39-42.
2. Маланова Н.В., Косинцев В.И., Сечин А.И., Цыро Л.В., Журавков С.П., Яворовский Н.А., Бошнятов Б.В., Валиев Х.Х., Беркова М.Д. Исследование физико-химических свойств осадков солей временной жесткости современными методами анализа // Ж. Фундаментальные исследования. 2013. № 6-2. С. 323-327.
3. Маланова Н.В., Коробочкин В.В., Косинцев В.И. Применение микропузырьковой обработки для снижения жесткости воды. // Известия Томского политехнического университета. – 2014. – Т.324. – № 3. – С. 108-42.
4. Волкотруб Л.П. Питьевая вода Томска. Гигиенический аспект / Л.П. Волкотруб, И.М. Егоров. – Томск: Изд-во НТЛ, 2003. – 195 с.
5. Патент на изобретение RUS 2462422 04.03.2011. Косинцев В.И., Сечин А.И., Куликова М.В., Бордунов С.В. Способ умягчения воды от солей жесткости.
6. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии – М.: ООО ТИД «Альянс», 2004. – 753 с.
7. ГОСТ 8.586.1.–2005. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Часть 1. Принцип метода и общие требования.
8. ГОСТ 8.586.3.–2005. Измерение расхода и количества жидкостей и газов с помощью стандартных сужающих устройств. Часть 3. Сопла и сопла Вентури. Технические требования.
9. Маланова Н.В., Косинцев В.И., Сечин А.И. Физико-химические основы устранения солей временной жесткости при применении жидкофазного катализатора. // Ж. Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6. С. 31.