

УДК 628

О.В.БУЛГАКОВА

Харьковская национальная академия городского хозяйства

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОСВЕЩЕНИЯ ВОДЫ В ТОНКОСЛОЙНЫХ ОТСТОЙНИКАХ

Рассматриваются физико-химические основы осветления воды в тонкослойных отстойниках.

Розглядаються фізико-хімічні основи освітлення води в тонкошарових відстійниках.

The physical and chemical principles of water settling in clarification tank are reviewed.

Ключевые слова: осветление воды, тонкослойные отстойники.

В технике очистки воды большое внимание уделяется отстойникам, так как от их эффективности зависит производительность фильтров, окислительных баков, аппаратов по уплотнению и обезвоживанию осадков, дозирующих и перемешивающих устройств и ряд других сооружений. Во многих случаях отстойники являются единственным сооружением при очистке воды.

В последнее время все шире применяются тонкослойные отстойники. Их разделительная способность, особенно при выделении тонкодисперсных примесей, во много раз выше разделительной способности горизонтальных, вертикальных и радиальных отстойников. Габариты тонкослойных отстойников по сравнению с другими типами осадочных бассейнов значительно меньше и исчисляются несколькими метрами, что позволяет размещать их в закрытых помещениях. Это в свою очередь повышает эффект отстаивания, так как процессы осаждения взвеси протекают при более высоких и стабильных температурах [1].

Разделение суспензии происходит при условии неравенства плотности твердого тела ρ и жидкости ρ_0 , в которой оно находится. При положительном значении разности плотностей ($\rho - \rho_0 > 0$) частицы осаждаются, при отрицательном ($\rho - \rho_0 < 0$) всплывают, что является основополагающим для уравнений Ньютона – Ретингера, Стокса и других при определении скорости осаждения твердых частиц в вязкой жидкости.

Однако, скорость процесса разделения суспензии, кроме указанного фактора, предопределяется еще дисперсностью частиц и вязкостью жидкости. С этой точки зрения уравнением свободного падения твердого тела в вязкой жидкости наиболее полным является уравнение Стокса

$$U = \frac{d^2 (\rho - \rho_0) q}{18\mu}, \quad (1)$$

где U – скорость осаждения частицы; d – диаметр частицы; ρ – плотность частицы; ρ_0 – плотность жидкости; q – ускорение силы тяжести; μ – динамическая вязкость.

Осаждаясь, частицы влияют друг на друга, вызывая в одном случае ускорение, в другом – замедление. Поэтому при расчетах вводятся поправки на концентрацию. Так, при стесненном осаждении Эйнштейном предложено уравнение

$$U_{cm} = U \left[1 - 2,6 \left(\frac{c}{\rho} \right)^{0,5} \right], \quad (2)$$

где U_{cm} – стесненная скорость осаждения частиц; c – концентрация взвеси.

При осаждении двух сфер, располагаемых одна за другой, согласно теоретическим исследованиям [2], наблюдается ускоренное осаждение, но только если имеется градиент плотности суспензии в поперечном направлении. В этом случае отмечается увеличение скорости осаждения второго тела.

В работах [4, 5] о поверхностных явлениях указывается на образование вокруг твердой частицы, погруженной в воду, иммобилизованного слоя жидкости, характерного тем, что он с частицей образует единый агрегат, толщина иммобилизованного слоя у которого изменяется от 0,03 до 0,4 мкм и составляет в среднем около 0,15 мкм. Это положение является важным при оценке осаждаемости частиц микрогетерогенной системы, размер которых составляет от 0,1 до 10 мкм, т.е. взвеси, поддающейся расчетам по уравнению Стокса. Таким образом, присоединенный слой воды на поверхности твердой частицы изменяет ее плотность и дисперсность. В данном случае плотность агрегата составит:

$$\rho' = \frac{\rho d^3 + \rho_0 (d_1^3 - d^3)}{d_1^3}, \quad (3)$$

где ρ' – плотность агрегата (частица с присоединенным слоем воды); d_1 – диаметр агрегата (частица с присоединенным слоем воды).

На практике имеет место непрерывный технологический процесс, поэтому осаждение взвеси определяют с учетом влияния турбулентности. Влияние последней определяется из уравнения

$$V'_z = 4n \frac{V}{H^{0,2}}, \quad (4)$$

где V'_z – взвешивающая составляющая скорости потока; V – скорость потока; n – коэффициент шероховатости стен и дна; H – глубина потока.

Целесообразность применения тонкослойных отстойников основывается на том, что уменьшение высоты потока при сохранении той же скорости его движения пропорционально уменьшает и время отстаивания.

Было выдвинуто положение о транспортирующей способности потока (параметр обратно пропорционален осаджению):

$$K_0 = Q \cdot C \frac{H}{F}, \quad (5)$$

где K_0 – коэффициент, характеризующий транспортирующую способность потока, указывающий на то, что разделение высоты потока H на более мелкие отрезки одновременно увеличивает площадь F и снижает удельную нагрузку на нее по взвеси.

Контактная среда в отстойниках представляет собой взвешенный восходящим потоком воды слой частиц, состоящий из продуктов процесса водообработки. Обычно эти частицы имеют вид хлопьев с сетчатой структурой, скелет (каркас) которой образован твердым веществом, а ячейки содержат большое количество воды.

Частицы поддерживаются во взвешенном состоянии гидродинамическим давлением восходящего потока воды и вместе с разделяющей их водой образуют гетерофазную систему. Твердые частицы имеют суммарную объемную концентрацию от 0,04 до 0,25.

Твердые частицы слоя все время находятся в состоянии хаотического движения (циркуляции) с местными сгущениями и разрежениями (флуктуациями концентраций, средняя величина которых составляет около 30%, но может достигать 65-70% и отдельными волно- или гейзерообразными подъемами малых участков поверхности слоя. Сама среда при этом находится в состоянии динамического равновесия, при котором в ней сохраняется постоянство среднего значения концентрации оседающей взвеси.

Эффективность влияния контактной среды на процесс обработки воды в отстойнике зависит от физических параметров среды [3]: объемной концентрации, размеров частиц, сил сцепления и гидравлической характеристики образующей среду взвеси. Кроме того, для работы отстойника большие значения имеют прочность на сжатие и объем-

ный вес взвеси и степень ее структурно-механической гидратации.

Наличие в воде механических примесей оказывает большое влияние на физические параметры коагулированной взвеси. По мере увеличения содержания примесей растут плотность, прочность на сжатие и скорость осаждения частиц, а количество воды, заключенной в ячейках структуры взвеси, резко уменьшается.

Непосредственное влияние на физико-химические процессы очистки воды оказывают обменная концентрация, размер и сила сцепления взвеси контактной среды. Первые два параметра определяют площадь твердой поверхности, с которой контактирует обрабатываемая вода и связаны явления катализа, сорбции и адгезии. Кроме того, от объемной концентрации зависит интенсивность явлений циркуляции и диффузии взвеси, влияющих на физико-химические процессы очистки воды и обуславливающих динамическое равновесие контактной среды и процесс удаления из нее избыточной взвеси.

Гидравлическая характеристика взвеси определяет скорость осаждения и степень однородности взвеси. От нее зависит скорость движения воды в отстойнике и, следовательно, его пропускная способность. При заданной скорости движения воды в отстойнике от гидравлической характеристики зависят объемная концентрация взвеси и остаточное содержание механических примесей в осветленной воде. Скорость осаждения взвеси определяется размерами и объемным весом ее частиц.

По результатам определения физических параметров контактной среды можно установить причины неудовлетворительного эффекта очистки воды и подобрать оптимальный режим эксплуатации горизонтального отстойника. Кроме того, анализируя и сопоставляя эти результаты при различных условиях обработки воды, можно наметить пути усовершенствования технологии работы и конструкции отстойника.

Таким образом, эффективность работы тонкослойных отстойников зависит от конструктивно-механической гидратации, удельного веса, сцепления взвеси с контактной средой, а также ζ -потенциала и адсорбционной емкости гидроксида алюминия в процессах очистки воды [4, 5].

1. Барашникова Т.И., Радциг В.А. Тонкослойное отстаивание. – Челябинск: Челябинск. политехн. ин-т, 1993. – 200 с.

2. Демура М.В. Проектирование тонкослойных отстойников. – К.: Будівельник, 1981. – 50 с.

3. Иванов В.Г., Симонов Ю.М. Расчет и проектирование тонкослойных отстойников для очистки сточных вод. – Л.: ЛИИЖТ, 1985. – 30 с.

4.Бабенков Е.Д. Очистка воды коагулянтами. – М.: Наука,1977. – 336 с.

5.Запольский А.К., Баран А.А. Коагулянты и флокулянты в процессе очистки воды. – Л.: Химия, 1987. – 208 с.

Получено 26.01.2010

УДК 628.163

Н.Г.НАСОНКІНА, д-р техн. наук, С.Е.АНТОНЕНКО

Донбаська національна академія будівництва і архітектури, м.Макіївка

Е.І.ЖУКОВ

КП «Компанія «Вода Донбасу», м.Донецьк

Г.І.БЛАГОДАРНА, канд. техн. наук

Харківська національна академія міського господарства

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ВОДООЧИСНОЇ УСТАНОВКИ МАЛОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ

Розглядаються питання очищення природних вод у багат шаровому фільтрі малої продуктивності.

Рассматриваются вопросы очистки природных вод в многослойном фильтре малой производительности.

The questions of natural waters treatment are examined in the multi-layered filter of small productivity.

Ключові слова: фільтр, завантаження, фільтроцикл, перманганатна окислюваність, матриця планування.

Однією з характерних ознак сучасного життя є повсюдна поява малих і середніх виробничих підприємств, житлових селищ при них, заміських котеджів, баз відпочинку. Всі ці об'єкти, як правило, віддалені від централізованих господарсько-питних водоводів і тому вимагають влаштування локальних систем водопостачання малої продуктивності з використанням місцевих, іноді нетрадиційних, водних джерел. Установки для очищення води повинні гарантувати технологічну і санітарну надійність і повинні бути достатньо економічними. У зв'язку з цим розробка установок для очищення питної води для малих об'єктів є актуальною.

Метою даної роботи є вивчення можливості застосування водоочисної установки для очищення природних вод малої продуктивності.

Завдання роботи – вивчення процесів очищення природних вод у багат шаровому фільтрі.

Порівняльний аналіз водних джерел Донецької і Луганської областей показав, що основними забруднюючими чинниками є каламутність, ряд розчинених у воді органічних сполук і жорсткість води. Таким чином, технологічний процес очищення води для цих джерел по-