

Физико-химические основы осветления воды в тонкослойных отстойниках
О.В.Булгакова, Харьковская национальная академия городского хозяйства

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.

Разделение суспензии происходит при условии неравенства плотности твердого тела s и жидкости s_0 , в которой оно находится. При положительном значении разности плотностей ($s - s_0 > 0$) частицы осаждаются, при отрицательном ($s - s_0 < 0$) 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 точки зрения уравнение свободного падения твердого тела в вязкой жидкости Стокса является наиболее полным:

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

где U - скорость осаждения частицы, d - диаметр частицы, s - плотность частицы, s_0 - плотность жидкости, g - 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

$$U_{ст} = U \cdot \left[1 - 2.6 \left(\frac{C}{\rho} \right)^{0.5} \right] \quad (2)$$

где $U_{ст}$ – стесненная скорость осаждения частиц, C – концентрация взвеси.

В работах о поверхностных явлениях указывается на образование вокруг твердой частицы, погруженной в воду, иммобилизованного слоя жидкости, характерного тем, что он с частицей образует единый агрегат, толщиной иммобилизованного слоя у которого изменяется от 0,03 мкм 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 вод в 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. По рекомендациям П.И. Пискунова, влияние последней определяется из уравнения

$$V_z' = 4n \frac{V}{H^{0.2}} \quad (4)$$

где V_z' – взвешивающая составляющая скорость потока, V – скорость потока, n – коэффициент шероховатости стен и днища, 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.

Хазеном было выдвинуто положение о транспортирующей способности потока (параметр обратно пропорционален осаждению):

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

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

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

сей 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 ж-потенциала и адсорбционной емкости гидроксида алюминия в процессах очистки воды.