

## АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ СОВРЕМЕННЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ СГУЩЕНИЯ ИЗБЫТОЧНОГО АКТИВНОГО ИЛА

Дудлив Д.Р., студент гр. РВР-485. Научный руководитель –  
Небеснова Т.В., к.т.н., доцент

Суспензия активного ила, образующаяся в результате биологической очистки, относится к трудносгущаемым системам [1], содержащим большое количество абразивных примесей. Поэтому разработка эффективной технологии по сгущению избыточного активного ила и утилизация образующегося осадка является одной из важнейших задач, которую приходится решать при проектировании очистных сооружений бытовых и промышленных сточных вод.

В последнее время наметился определенный прогресс в управлении биохимическими процессами, по-видимому, в связи с бурным развитием биотехнологии и, в первую очередь, промышленного культивирования микроорганизмов. Однако ведение таких процессов сопряжено со значительными трудностями. Особенно это относится к управлению такими сложными процессами, как флокуляция микроорганизмов активного ила, отделение ила от воды и последующее сгущение. Определенные преимущества перед другими способами сгущения имеет флотация, применение которой для уплотнения избыточного активного ила получает все большее распространения [2].

Интенсификации процесса флотационного разделения можно достичь путем разделения стадий отделения активного ила от воды и его последующего сгущения в пенном слое. Реализация такого подхода требует разработки пеноконцентрирующих устройств.

Концентрирование активного ила флотацией имеет ряд преимуществ по сравнению с отстаиванием и центрифугированием:

- на флотацию затрачивается меньше электроэнергии и требуется меньшая площадь;
- в процессе флотационного сгущения, в том числе и в состоянии в виде пены, активный ил находится в аэробных условиях, что исключает его загнивание.

Показано, что при сгущении активного ила в напорном флотаторе могут быть получены высокие технологические результаты [3]. В

напорном флотаторе суспензия с концентрацией активного ила 2,5...5 г/л сгущается до концентрации взвешенных частиц 40...45 г/л. Степень очистки в такой установке составляет 90...97 %.

В настоящее время разработаны и внедрены следующие конструкции флотационных аппаратов для сгущения активного ила.

Фирма «Дегремон» разработала установку для сгущения активного ила с помощью напорной флотации (флотатор-отстойник) [4], в которой флотационная камера снабжена системой скребков, закрепленных на кронштейнах и связанных с центральным приспособлением, приводящим всю систему во вращение.

Напорная флотация, по мнению многих авторов [5, 6], является самым экономичным способом получения мельчайших пузырьков диаметром до 0,01...0,5 мм. Расход электроэнергии составляет 0,08...0,5 кВтч/м<sup>3</sup>. Основными параметрами, влияющими на сгущение с помощью напорной флотации, являются:

- соотношение воздух/твердое вещество;
- размер пузырьков воздуха, который зависит от разности давления на редукционном клапане, типа редукционного клапана, скорости перепуска в редукционном клапане; поверхностного натяжения, содержания солей, показателя рН;
- гидравлическая нагрузка;
- скорость подачи суспензии, которая не должна превышать 120 см/мин;
- флотированность частиц твердых веществ.

При флотации активного ила оказалось, что на эффективность сгущения оказывает существенное влияние иловый индекс. С повышением индекса остаточное содержание взвешенных веществ в очищаемой воде падает.

Представляет интерес флотационный аппарат для сгущения осадка, разработанный фирмой «Вауер» [7]. В аппарате основным рабочим элементом является сопло-воронка, благодаря которому проходящий газ диспергируется на мельчайшие пузырьки, которые распределяются по всему поперечному сечению.

Рядом фирм представлен реактор для биологической очистки сточных вод, отличающийся шахтной (или башенной) конструкцией и известный под названиями «глубокая шахта» (фирма ICG), «башенный реактор» (фирма «Вауер»), биологический высотный реактор (фирма «Ноечшт»), колонный аппарат ГосНИИсинтезбелок.

Преимущество этого реактора [8] заключается в том, что он занимает меньше площади и эффективнее используется подведенный кислород воздуха. Существенное улучшение внесения кислорода



достигается в реакторе с подъемной струей за счет того, что создается значительная турбулентность с помощью периодически движущихся перфорированных пластин, которая приводит также к мелкому диспергированию внесенного воздуха и раздроблению хлопьев бактерий. Это создает большую удельную поверхность между жидкой и газовой фазами, и соответственно, ускоряет процессы массопереноса кислорода и субстрата в жидкость.

В ГосНИИсинтезбелке для сгущения активного ила изготовлен и испытан опытный образец флотационной колонны, представляющий собой вертикальную камеру прямоугольной формы [8]. Верхняя часть колонны имеет пирамидальную форму, которая заканчивается раструбом с пенным желобом на его внешней стороне. Внутри колонны размещена азрационно-флотационная камера с плоским днищем. В азрационно-флотационной камере размещено пять вертикальных струйных азраторов. Между стенками камеры и колонны размещены пластинчатые осветлители. Степень сгущения активного ила составила от 6 до 8 по отношению к концентрации ила в исходной суспензии.

С целью интенсификации процесса флотационного илоуплотнения может быть использован принципиально новый метод разделения суспензий [9]. Напорная флотация с внедрением второго рабочего раствора. Он образуется в результате жизнедеятельности микроорганизмов в процессе нитри-денитрификации и представляет собой легкорастворимый газ (углекислый газ, метан, сероводород). Активный ил, содержащий жидкость с такими газами подают во флотокамеру.

Аппараты, работающие по такому принципу обладают рядом преимуществ по сравнению с известными:

- сокращается время и повышается эффективность пенного уплотнения.
- лимитирующим этапом флотационного илоуплотнения является не стадия пенного концентрирования, а флотационный процесс: извлечение хлопьев активного ила из жидкости.
- скорость флотационного процесса повышается примерно в 2 раза по сравнению с обычной напорной флотацией, что приводит к существенному уменьшению объема флотокамеры.

#### *Выводы*

- 1) Анализ литературных источников показал, что значительную часть токсичных загрязнений, сбрасываемых в окружающую среду без

должной обработки, составляют осадки биохимически очищенных сточных вод.

2) В процессе сгущения избыточного активного ила гравитационные илоуплотнители и центрифуги имеют существенные недостатки: низкая скорость илоотделения, большие габариты, недостаточная степень сгущения, высокая энергоемкость, быстрый износ оборудования.

3) Наиболее приемлемым методом для сгущения активного ила является напорная флотация вследствие более высокой степени и скорости процесса сгущения активного ила, компактности, экономичности.

4) Рассмотренные конструкции современных флотационных аппаратов для сгущения избыточного активного ила обладают рядом недостатков: не достаточно высокая степень сгущения, нестабильность процесса и низкая удельная производительность.

5) С помощью интенсификации процесса флотационного илоуплотнения предложен аппарат напорной флотации с внедрением второго рабочего раствора.

1. Сорокина В.Е. Повышение эффективности обезвоживания осадков на иловых площадках: дис... канд. тех. наук / В. Е. Сорокина.- Харьков: 2006.-185 с.
2. Ксенофонтов Б. С. Флотационный метод сгущения активного ила с использованием углекислого газа / Б. С. Ксенофонтов, А. С. Козодаев, Л. А. Дулина // 7-й междунар. конгресс «Вода: экология и технология» (ЭКВАТЕК – 2006), т.2. – М., 2006. – С. 230-233.
3. Ксенофонтов Б. С. Флотационная очистка сточных вод. – М.: Новые технологии, 2004. – 160 с.
4. Алексеев Е. В. Физико-химическая очистка сточных вод: Учебное пособие. – М.: Издательство ассоциации строительных ВУЗов, 2007. - 248 с.
5. Ксенофонтов Б.С. Исследование процесса флотационной очистки сточных вод. / Б. С. Ксенофонтов, А. С. Козодаев, Е. И. Кашаева //Безопасность в техносфере. – М.: 2007. -№3. – с. 13-15.
6. Мацнев А. И. Очистка воды флотацией / А. И. Майнев. – М.: Химия, 1976. -132 с.
7. Мещеряков Н. Ф. Кондиционирующие и флотационные аппараты и машины / Н. Ф. Мещеряков.- М.: Недра, 1990. – 237 с.
8. Ксенофонтов Б. С. Интенсификация флотационного сгущения активного ила с использованием отработавших газов микробиологического производства / Б. С. Ксенофонтов, А. С. Козодаев // 5-я междунар. конф. «Инженерная защита окружающей среды». – М.: МГУНЭ, 2003. – С. 100-103.
9. Козадаев А. С. Экологическая оценка влияния складирования осадков сточных вод на окружающую среду и пути интенсификации флотационного сгущения активного ила: дис...канд. тех. наук / А. С. Козодаев. – Москва: 2009.-200 с.