

Опыт применения роторных аэраторов на очистных сооружениях

Халил Ахмед Собхи

Донской государственной технической университет

Ассистент, инженерный факультет, Кафр Эль-Шейх Университет, Египет

Аннотация: Изучается опыт применения роторных аэраторов в современных очистных сооружениях. Определяется тип эффективной системы очистки. Показаны изменения в технологию работы роторных аэраторов, применяемых в современных системах очистки, в сравнении с ранними образцами. Дается сопоставление очистных систем США, Канады и Египта, применяющих роторные аэраторы.

Ключевые слова: очистные сооружения, аэрация, строительство очистных систем

Роторный аэратор – достаточно известный тип систем очистки сточных вод в настоящее время переживает новое рождение. Созданный в Нидерландах в начале 1950-х гг. роторный аэратор представлял собою громоздкое сооружение, выполненное по технологиям середины XX века. Современные технологии, в частности применение легких композитных материалов, комбинирование элементов позволяет почти втрое удешевить конструкцию и существенно уменьшить ее размеры, что, в свою очередь, создает инвестиционную привлекательность этой схемы[1].

В каких случаях целесообразно использовать аэраторы этого типа? Они могут применяться три очистке как хозяйственно-фекальных, так и промышленных сточных вод. Особенно эффективно они работают на сооружениях- в районах с жарким и холодным климатом, с продолжительной аэрацией при производительности таких сооружений до 250 000 м³/сут, что почти в полтора раза больше, чем объемы очистки первых образцов роторных аэраторов. По данным фирмы «Айрмстанд», в США и Канаде установлено более 900 роторных аэраторов[10]. Многие из них сконцентрированы в определенных географических районах. Так, например, только на границе Мексики (Калифорния, Техас) установлено около 300 таких аэраторов. Эффективная работа оборудования подобного типа привлекает специалистов из других районов, и они стараются внедрять их на

своих объектах [3,6]. До начала Ближневосточного конфликта 2010-х гг. подобные сооружения проектировались Иорданией, Йеменом, Ливаном, Ираком. Обычно аэраторы устанавливают в аэротенках, имеющих форму канала (часто состоящих из двух параллельных ниток, соединенных между собой полукруглыми вставками). Замкнутый канал такого типа является наиболее выгодным по концентрации для работы роторных аэраторов. Они обеспечивают движение слоя насыщенной кислородом воды всей площади лагуны[10].

Очистные сооружения, спроектированные в 2011 гг. в Каире (Египет) отличаются от других сооружений тем, что здесь применены тенки в виде канала большой глубины. До этого при проектировании для аэрации стоков предусматривалась глубина 1,2—1,5 м. В условиях жаркого климата с постоянными температурами и спецификой стоков Каира было решено перейти на углубление до 5-7 м [4].

Ротор, вращаясь по часе стрелке со скоростью 70 об/мин, вызывает движение сточных вод в канале со скоростью 1 м/ч. Перемещающийся вдоль канала аэрированный поток сточных вод встречает на своем пути расположенную под углом 47 градусов направляющую стенку, отклоняется вниз ко дну канала, а затем снова поворачивает вверх. Благодаря этому вода захватывает при своем движении весь ил, осевший на дне канала. Кроме того, пузырьки воздуха, содержащегося в потоке, поднимаясь со дна к поверхности, аэрируют всю толщу сточных вод [2,5]. В результате проведенных исследований на очистных сооружениях неожиданно выяснилось, что эффективность по насыщению кислородом сточных вод в этом случае на 25—30% выше, чем в мелких каналах аэротенков в США и Канаде. Это объясняется тем, что пузырьки воздуха, образуемые в сточной воде после того, как поток ударился о стенку и отклонился ко дну, поднимаются к поверхности по более длинному пути [7,8]. Соответственно,

увеличивается и время прохождения воздуха сквозь толщину сточных вод, в течение которого стоки насыщаются кислородом.

Применение турбинных аэраторов, состоящих из ротора с лопатками, вращающегося на вертикальной оси, также в данном случае оказалось нерациональным. Такой аэратор имеет ограниченный радиус действия, и по длине каждого кольцевого канала-аэротенка в Каире потребовалось бы установить по 5—6 аэраторов.

Роторный аэратор работает по принципу движителей колесного парохода, перемещая всю попадающую под лопасти воду в одном «вращении» вдоль кольцевого канала-аэротенка. Турбинный аэратор не может обеспечить такое движение сточной жидкости [3].

При движении стоков по окружности канала в одном направлении в результате работы двух роторных аэраторов, расположенных через 180° друг от друга, осуществляется одновременно удаление из сточных вод избыточного азота.

Это происходит следующим образом. В стоках находится в значительной концентрации аммиак, который может оказывать отрицательное влияние на биологическую жизнь организмов в воде. Около 30% энергии, затрачиваемой на вращение роторного аэратора на сооружениях, используется для окисления аммиака и его называемую нитрификацию. Если эти соли не будут удалены из стоков и попадут при сбросе сточных вод в водоем, то являясь удобрением, будут способствовать росту сине-зеленых водорослей. Каким же образом можно удалить эти соли? Несколько ниже по течению от работающего аэратора концентрация растворенного в воде кислорода составляет 7 мг/л, снижаясь по мере удаления от аэратора. На участке, где концентрации кислорода уменьшается до 0,5 мг/л и ниже, бактерии разрушают ионы нитратов, забирая у них кислород. В этом случае азот и кислород выделяются в воду в газообразном

состоянии. В результате в воду поступает дополнительный кислород, и тем самым экономится энергия при работе аэратора. В любом случае роторный аэратор не в состоянии вовлечь в воду такое количество кислорода, которое может быть вовлечено с помощью бактерий [6,8].

Роторный аэратор позволяет регулировать количество поступающего в воду кислорода от 25 до 150% номинальной производительности агрегата. Таким образом, данный тип аэратора является наиболее универсальным, так как его производительность по кислороду может легко меняться (в широком диапазоне) по сравнению с другими типами аэраторов. В каких случаях возникает необходимость менять производительность аэратора? Прежде всего это требуется в связи с ростом населения и повышением расхода сточных вод. Размеры аэротенков всегда остаются постоянными, поэтому при увеличении расхода стоков сократится время их прохождения через сооружения и для поддержания требуемого уровня очистки необходимо увеличить количество поступающего в воду кислорода. Производительность роторного аэратора растет при погружении ротора в воду. Чем глубже опущен ротор, тем большее количество воздуха с кислородом вовлекается в воду во время его работы, правда, при этом пропорционально растет и потребляемая мощность. Так как положение ротора по высоте зафиксировано, то глубина его погружения может регулироваться посредством подъема воды в канале аэротенка. Это обеспечивается простым поворотом ручного привода, который поднимает или опускает затвор водосливного отверстия, расположенный на распределительном устройстве.

К недостаткам роторного аэратора следует отнести ограниченную глубину аэротенков (до 3,6—4,9 м), в которых может эффективно работать это оборудование. С целью экономии участков земли уже построены аэротенки глубиной 7,6 м с пневматическими аэраторами. Другим недостатком является то, что в условиях холодного климата вокруг аэратора



необходимо устраивать теплое укрытие с тем, чтобы исключить замерзание воды.

Литература

1. Семенова Е.А., Маршалкин М.Ф., Саркисова С.Г. От экологически ответственного хозяйствования к сохранению водных и энергетических ресурсов // Инженерный вестник Дона, 2014, №2 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2014/2375.
 2. Лысов В.А., Бутко Д.А., Рыльцева Ю.А. Изучение перспективы использования осадка водопроводных станций г.Ростова-на-Дону в качестве почвогрунтов // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура: научно-технический журнал / СГАСУ. - Самара, 2013. - Вып.№4(12).- С. 33-37.
 3. Кочин С., Шушкевич Е., Козлов М., Гаврилин А., Колбасов Г., Звягин К., Дмитриева Ю. Инновационная технология утилизации водопроводного осадка в ОАО «Мосводоканал» // Вода Magazine. 2014. №6. С. 36-39.
 4. Хансен Б., Пииртола Л. Использование осадка в качестве источника сырья и энергии // Водоснабжение и санитарная техника. 2001. №4. С.36-38.
 5. Лебухов В.И. Утилизация осадка очистных сооружений водоснабжения // Водоснабжение и санитарная техника. 2010. №1. С. 28-31.
 6. Лысов В.А., Бутко Д.А., Баринов М.Ю., Шуйский А.И. Утилизация гидроокисных осадков водопроводов юга страны // Водоснабжение и санитарная техника. 1992. №7. С. 9.
 7. Бутакова М.Д., Зырянов Ф.А. Исследование свойств бетонных смесей и бетонов на основе мелкозернистых минеральных отходов горного производства // Инженерный вестник Дона, 2012, №3 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/983.
 8. Lars S. Resistance analysis of reinforced concrete structures: Phaidon Press, 2012. — 416 p.
-

9. Setter N., Roy D.M. Mechanical Flatures of Chemical Shrinkage of Cement Paste. // Cem. and Concr. Res. – 1978. – V.8. - №5. – pp. 623-634.
10. Vivian H.E. Effect of Particle Size on the Properties of Cement Paste. // Symp. Structure of Portland Cement. – 1966. – pp. 18-25.

References

1. Semenova E.A., Marshalkin M.F., Sarkisova S.G. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2014, №2 URL: ivdon.ru/magazine/archive/n2y2014/2375.
2. Lysov V.A., Butko D.A., Ryl'ceva Ju.A. Vestnik SGASU. Gradostroitel'stvo i arhitektura: nauchno-tehnicheskij zhurnal. SGASU. Samara. 2013. №4. pp. 33-37.
3. Kochin S., Shushkevich E., Kozlov M., Gavrilin A., Kolbasov G., Zvjagin K., Dmitrieva Ju. Voda Magazine. 2014. №6. pp. 36-39.
4. Hansen B., Piirtola L. Vodosnabzhenie i sanitarnaja tehnika. 2001. №4. pp. 36-38.
5. Lebuhov V.I. Vodosnabzhenie i sanitarnaja tehnika. 2010. №1. pp.28-31.
6. Lysov V.A., Butko D.A., Barinov M.Ju., Shujskij A.I. Vodosnabzhenie I sanitarnaja tehnika. 1992. №7. pp. 9.
7. Butakova M.D., Zyrjanov F.A. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №3. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/983.
8. Lars S. Resistance analysis of reinforced concrete structures: Phaidon Press, 2012. 416 p.
9. Setter N., Roy D.M. Cement and Concrete Research. 1978. №5. pp. 623-634.
10. Vivian H.E. Structure of Portland Cement. 1966. pp. 18-25.