

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ НА АКТИВНЫЙ ИЛ ПРИ БИОХИМИЧЕСКОЙ ВОДООЧИСТКЕ

Найдёнова Т.В., аспирант; Федюн Р.В., доц., к.т.н., доц.

(ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР)

Удельные нагрузки лучше всего передают метаболическое состояние биологической системы, так как определяют характер процесса с активным илом, независимо от периода аэрации или количества очищаемых сточных вод, и выражают отношение: пища/микроорганизмы. Количественно указанное соотношение устанавливается величиной нагрузки на ил – массы подаваемых в сутки загрязняющих веществ (учитываемых величиной БПК) на 1 г сухого беззольного вещества ила.

Известно, что в окислении загрязняющих веществ принимает участие только органическая часть активного ила, поэтому необходимо рассматривать нагрузку на органическую (беззольную часть) составляющую ила.

Нагрузка на ил имеет физический смысл и свидетельствует только о том, что определенное количество загрязнений приходится на ил, но совершенно не означает, что это количество загрязнений будет снято в процессе очистки.

Нагрузка на ил зависит от концентрации загрязняющих веществ в исходном стоке, дозы (концентрации) ила, времени окисления (времени аэрации) и качества ила (качество ила обуславливается многими факторами – возрастом ила, концентрацией ила (рабочей дозой ила), соотношением органической и неорганической части или зольностью ила и пр.

Концентрация ила (доза ила) в аэротенке обратно пропорциональна нагрузке на ил, то есть уменьшить нагрузку на ил (можно за счет увеличения рабочей дозы в аэротенке. Но увеличение рабочей дозы в аэротенке сверх определенной и оптимальной величины, невозможно с точки зрения ведения биотехнологии и, прежде всего, - риска ухудшения процесса разделения иловой смеси после аэротенка во вторичных отстойниках или илоотделителях другой конструкции. Для определения параметров, связанных с ограничением рабочей дозы активного ила в аэротенке и возможностью его последующего разделения во вторичных отстойниках, введен показатель – иловый индекс (объем ила, мл, занимаемый илом после 30-минутного отстаивания, соотношенного к 1 г сухого вещества ила).

Рабочая доза активного ила в аэротенке изменяется в зависимости от оптимальной нагрузки на ил, которая обеспечивает необходимую степень биодеструкции загрязняющих веществ и, с другой стороны, от способности ила к седиментации, идентифицируемой величиной илового индекса.

Нагрузка на активный ил находится в обратно пропорциональной зависимости от времени аэрации (времени окисления), поэтому, окислительную способность аэротенка, ограниченную максимально возможной рабочей дозой ила, можно повысить увеличением времени аэрации. Но увеличение времени аэрации также ограничено рядом технологических параметров, одним из важнейших является уменьшение производительности и увеличение возраста активного ила сверх оптимального (обеспечивающего эффективность очистки при разных нагрузках).

Средняя нагрузка на ил – количество поступающих в аэратор загрязняющих веществ в единицу времени, приходящееся на единицу массы ила. Количество поступающих загрязняющих веществ выражается в мг или г загрязнений (ХПК или БПКп в случае нескольких приоритетных загрязнений, или концентрации какого-либо одного приоритетного загрязнителя), на единицу массы ила в граммах сухого вещества активного ила или в граммах сухого беззольного вещества ила. Последнее выражение

предпочтительнее, так как в биоокислении участвует только беззольная (органическая составляющая массы ила).

Нагрузка на активный ил является одной из характеристик работы аэротенка [1]:

— При высокой нагрузке на активный ил бактерии и микроорганизмы могут не справиться со всем количеством поступившей органики, что не позволит достичь необходимого качества очистки сточной воды. Это также приводит к накоплению во вторичных отстойниках лишнего количества осадка активного ила, и, как следствие, его загниванию, повышенному выносу и снижению концентрации кислорода в очищенной воде.

— При низких нагрузках активный ил может испытывать недостаток питательных веществ для поддержания своей жизнедеятельности, что может привести к его самоокислению и падению дозы ила в аэротенке.

Добиться той или иной требуемой степени очистки воды и минерализации ила можно путем изменения соотношения количеств подаваемых загрязняющих веществ и работающего в системе ила. При нагрузках по БПК₅ 200 – 250 мг/г работа аэротенков устойчива, что обеспечивает высокое качество очищенных сточных вод. При нагрузках более 400 мг/г – работа сооружений становится нестабильной (повышается иловый индекс, ухудшается качество очищенных сточных вод). При нагрузках 50 – 150 мг/г происходит полная нитрификация азота аммонийных солей до нитратов [2].

Для вычисления нагрузок используется несколько формул:

1. Удельная нагрузка на 1г беззольного вещества активного ила по БПК₅ :

$$N_L = \frac{L_{осв} \cdot Q_{cp} \cdot 100}{a_{cp} \cdot X \cdot W}, \quad (1)$$

где $L_{осв}$ - БПК₅ во взболтанной пробе осветленной воде (после первичных отстойников), мг / дм³ ;

Q_{cp} - среднесуточный приток сточных вод, м³ / сут ;

W - общий объем всех работающих аэротенков и регенераторов, м³ ;

X - беззольное вещество;

a_{cp} - средняя доза активного ила, которая вычисляется с учетом дозы во всех коридорах аэротенков и регенераторов, г / дм³ ;

$$a_{cp} = \frac{W_1 \cdot a_1 + W_2 \cdot a_2 + W_3 \cdot a_3 + W_4 \cdot a_4}{W_1 + W_2 + W_3 + W_4}, \quad (2)$$

где W_1, W_2, W_3, W_4 - объемы коридоров аэротенков и регенераторов, м³; a_1, a_2, a_3, a_4 - доза активного ила в каждом коридоре, г / дм³.

T - период аэрации, ч :

$$T = \frac{W}{q},$$

где W - объем аэрируемых сооружений, м³ ;

q - часовой расход сточных вод [3].

2. Удельная нагрузка на 1г беззольного вещества активного ила по взвешенным веществам:

$$N_B = \frac{B_{осв} \cdot Q_{cp} \cdot 100}{a_{cp} \cdot X \cdot W}, \quad (3)$$

где $B_{осв}$ - содержание взвешенных веществ во взболтанной пробе осветленной воды мг / дм³.

Данная формула применяется в тех случаях, когда определение БПК проблематично, а результат анализа сомнителен, а также тогда, когда требуется оперативно сделать расчеты, не дожидаясь результата БПК.

3. Удельная нагрузка на 1 м³ аэротенка по органическим загрязняющим веществам:

$$N_w = \frac{L_{ocв} \cdot Q_{cp}}{W}, \quad (4)$$

Для более точной характеристики удельной нагрузки с учетом беззольного вещества активного ила, концентрации загрязняющих веществ, характеризуемых показателем БПК, объема аэрационных сооружений и периода аэрации используется характеристика удельной нагрузки на 1 г беззольного вещества активного ила по БПК₅ с учетом периода аэрации:

$$N_{LT} = \frac{L_{ocв} \cdot Q_{cp} \cdot 100}{a_{cp} \cdot X \cdot W} \cdot \frac{24}{T} \quad (5)$$

Руководствуясь регламентом работы аэротенков Донецких очистных сооружений, можно сделать вывод, что нагрузка на ил непосредственно влияет на управляющие воздействия (расход воздуха и расход активного ила).

Нагрузку на ил измерить нельзя, она вычисляется методами пересчета, используя выше предложенные формулы.

Для пересчета удельной нагрузки по БПК₅ необходимы лабораторные исследования. Биохимическое потребление кислорода (БПК) — количество кислорода, которое израсходовано на аэробное биохимическое окисление под действием микроорганизмов и разложение нестойких органических соединений, которые содержатся в исследуемой воде.

При анализе определяется количество кислорода, ушедшее за установленное время (обычно 5 суток — БПК₅) без доступа света при 20°С на окисление загрязняющих веществ, содержащихся в единице объема воды. Вычисляется разница между концентрациями растворённого кислорода в пробе воды непосредственно после отбора и после инкубации пробы.

При пересчете удельной нагрузки на 1 м³ аэротенка по органическим загрязняющим веществам также необходим параметр БПК. Исходя из выше сказанного это довольно долгий процесс определения нагрузки на ил.

Для более быстрого определения нагрузки на ил лучше всего воспользоваться формулой удельной нагрузки на 1г беззольного вещества активного ила по взвешенным веществам (2). Содержание взвешенных веществ во взболтанной пробе осветленной воды возможно измерить, используя специальное оборудования качества воды. Определение должно происходить перед первичным отстаиванием, непосредственно после первичного отстаивания и на этапе заключительного комплексного контроля очищенной воды на выходе из очистного сооружения.

Использование такого оборудования значительно сократит время на взятие проб и определение необходимых параметров для пересчета нагрузки на ил, тем самым позволит более быстро влиять на процесс водоочистки.

Перечень ссылок

1. Кирсанов, В. В. Определение средней нагрузки на активный ил в биотехнологиях для очистки производственных сточных вод, характеризующихся нестабильной концентрацией загрязнений / В. В. Кирсанов // Вестник технологического университета. 2015. - Т.18 - №11. - С. 216 – 218
2. Жмур, Н. С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками / Н. С. Жмур. – Москва : АКВАРОС, 2003. – 512с.
3. Найденова, Т. В. Автоматизация контроля седиментационных свойств или в аэротенках / Т. В. Найденова, Р. В. Юрченко // Наукові праці ДонНТУ. Серія «Обчислювальна техніка та автоматизація». - Випуск 21(183). - Донецьк, 2011 – С. 33-39.