ООО «Л-Старт» и
ООО «Архитектура
водных технологий»

представляют

«Библиотечка технолога»
Выпуск №1

Расчеты, используемые при ежедневной эксплуатации канализационных очистных сооружений

www.L-Start.ru
(495) 935-73-21
info@L-Start.ru

www.watertec.ru
(495) 989-51-54
office@watertec.ru

Расчеты, приведенные в этой брошюре, являются инструментами, которые позволяют технологам, эксплуатирующим инженерам и инженерам-химикам проводить технологический запуск и дальнейшее технологическое управление очистными сооружениями в реальных условиях их эксплуатации. Эксплуатация канализационных очистных сооружений является достаточно сложным процессом с учетом нестационарности количественных и качественных характеристик поступающих сточных вод. Для обеспечения максимальной эффективности работы существующих сооружений эксплуатационные службы очистных сооружений должны оперативно реагировать на текущую ситуацию и поддерживать оптимальные технологические режимы работы сооружений для конкретных условий. Эксплуатирующие службы должны использовать расчеты технологических параметров и характеристик работы сооружений, сравнивать их с оптимальными (проектными) и, при ежедневной эксплуатации сооружений, определять оптимальные пути достижения в конкретной ситуации максимальной эффективности работы сооружений. В этой брошюре приведены основные технологические параметры работы сооружений и даны формулы их расчетного определения.

Если у Вас возникли вопросы или нужна дополнительная помощь, будем рады ответить на все интересующие Вас вопросы: ООО «Л-Старт» тел.: +7 (495) 935-73-21, ООО «Архитектура Водных Технологий» тел.: +7 (495) 989-51-54.

Надеемся, Вы найдете это руководство полезным.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Расчет поступающей нагрузки по различным типам загрязнений....3
2. Расчет поверхностной нагрузки на отстойники....4
3. Расчет возраста активного ила....5
4. Расчет нагрузки на активный ил....6
5. Расчет удельной скорости процессов....7
6. Расчет окислительной мощности аэротенков....8
7. Расчет степени рециркуляции активного ила....9

Расчеты, используемые в повседневной эксплуатации канализационных очистных сооружений

Поступающие сточные воды

Поступающая нагрузка –
определение поступающих на очистные сооружения нагрузок по различным загрязнениям (ХПК, $БПК_{полн}$, $БПК_5$, взвешенным веществам, $N\text{-}NH_4$, $P\text{-}PO_4$ и т.д.)

Расчет поступающей нагрузки *M(Ci)* по рассматриваемому загрязнению *Ci*:

$$M(Ci) = \frac{C_i * Q}{1000}$$

где *M(Ci)* – рассчитываемая нагрузка по рассматриваемому загрязнению,
Ci – концентрация рассматриваемого загрязнения, мг/л;
Q – расход поступающих сточных вод, $м^3$/сут.

Пример (для расчета поступающей нагрузки по взвешенным веществам)
Концентрация взвешенных веществ в поступающей сточной воде ($C_{ВВ}$) = 135 мг/л,
среднесуточный расход сточных вод (Qср.сут) = 1500 $м^3$/сут.
Определить среднесуточную поступающую нагрузку по взвешенным веществам.

$$M(C_{ВВ}) = \frac{135*1500}{1000} = 202,5 \text{ кг/сут}$$

Аналогично проводится расчет нагрузки по ХПК, $БПК_{полн}$, $БПК_5$, $N\text{-}NH_4$, $P\text{-}PO_4$ и т.д

Расчеты, используемые в повседневной эксплуатации канализационных очистных сооружений

Поверхностная нагрузка на отстойники (первичные и вторичные)

Представляет собой количество сточной воды, проходящей через единицу площади отстойника в единицу времени, и является одной из основных характеристик, влияющих на эффективность осветления

Расчет поверхностной нагрузки на отстойники $q_{ss}, \frac{м^3}{м^2 * час}$:

$$q_{ss} = \frac{Q_{макс.час}}{F * N}$$

где $Q_{макс.час}$ - максимальный часовой расход сточных вод, м^3/час;

F - площадь поверхности одного отстойника, м^2;

N - количество работающих отстойников.

Пример

Максимальный часовой расход сточных вод (Qмакс.час) = 900 м^3/час.

Диаметр отстойников = 18 м, количество работающих отстойников = 3.

Определить поверхностную нагрузку на отстойник.

Площадь отстойника диаметром 18 м равна 254 м^2. Тогда:

$$q_{ss} = \frac{900}{254 * 3} = 1{,}18 \frac{м^3}{м^2 * час}$$

Расчеты, используемые в повседневной эксплуатации канализационных очистных сооружений

Расчет характеристик активного ила

возраст активного ила -

интервал времени, за который происходит полное обновление активного ила в сооружениях для очистки сточных вод. Возраст активного ила должен соответствовать проектному значению, в противном случае, эффективность биологической очистки снижается, вплоть до срывов реализации биохимических процессов. Возраст активного ила представляет собой отношение количества активного ила находящегося в системе к количеству отводимого из системы ила.

Расчет возраста активного ила $В_{АИ}$, сут:

$$В_{АИ} = \frac{Х_{аэр} * W_{аэр} + Х_{ВО} * V_{АИ,ВО}}{Q_{ИАИ} * Х_{ИАИ}}$$

где $Х_{аэр}$- доза активного ила в аэротенках, г/л=кг/м^3;

$W_{аэр}$ - объем всех аэротенков, м^3;

$Х_{ВО}$ - доза активного ила на дне вторичного отстойника, г/л=кг/м^3;

$V_{АИ,ВО}$ - суммарный объем активного ила, осевшего во вторичных отстойниках, м^3;

$Q_{ИАИ}$ - расход избыточного активного ила, м^3/сут;

$Х_{ИАИ}$ - доза избыточного активного ила, г/л=кг/м^3.

Пример

Доза активного ила в аэротенках = 2 г/л (кг/м^3); суммарный объем аэротенков = 6200 м^3;
уровень ила во вторичных отстойниках = 0,2 м; диаметр вторичных отстойников = 18 м;
количество вторичных отстойников = 3; доза ила на дне отстойников = 6г/л (кг/м^3);
расход избыточного активного ила =120 м^3/сут, доза избыточного активного ила = 6 г/л (кг/м^3).
Определить значение возраста активного ила.
Определяем количество ила, находящегося на дне отстойников (площадь отстойников равна 254*3=763 м^2)
Объем осевшего ила: 763*0,2=153 м^3. Тогда: $В_{АИ} = \frac{2*6200+153*6}{120*6}$ = **18,5** сут

Расчеты, используемые в повседневной эксплуатации канализационных очистных сооружений

Расчет характеристик активного ила

нагрузка на активный ил -

масса загрязняющих веществ, приходящаяся на один килограмм сухого остатка активного ила в сутки и выражается в мг или г загрязнений на 1 г сухого вещества ила в час или сутки.

Расчет нагрузки на активный ил $\boldsymbol{q_i}, \frac{\text{мг}}{\text{г*час}}$ или $\frac{\text{г}}{\text{г*сут}}$:

$$q_i = \frac{C_i}{X_i*(1-s)*t_{at}}$$

где C_i - концентрация рассматриваемого загрязнения, мг/л или г/л;

X_i - доза активного ила в аэротенках, г/л;

t_{at} - время нахождения сточной воды в аэротенке, час или сут;

s - зольность активного ила, доли единицы.

Пример

Значение БПК$_5$ в сточных водах, поступающих на биологическую очистку = 135 мг/л;
доза активного ила в аэротенках = 2 г/л; суммарный объем аэротенков = 6200 м^3; зольность активного ила = 30%;
среднесуточный расход сточных вод = 15 000 м^3/сут.

Определить нагрузку на активный ил по БПК$_5$.

Определяем время нахождения сточной воды в аэротенке: $\frac{6200}{15000}$*24=9,9 часа или $\frac{6200}{15000}$=0,41 сут.

Тогда: $\boldsymbol{q}_{\text{БПК5}} = \frac{135}{2*(1-0,3)*9,9} = \mathbf{9,7}\ \frac{\text{мг}}{\text{г*час}}$ или $\boldsymbol{q}_{\text{БПК5}} = \frac{0,135}{2*(1-0,3)*0,41} = \mathbf{0,24}\ \frac{\text{г}}{\text{г*сут}}$

Аналогично рассчитываются нагрузки по другим видам загрязнений.

Расчеты, используемые в повседневной эксплуатации канализационных очистных сооружений

Расчет технологических параметров работы аэротенков

<u>удельная скорость биохимических процессов</u>

(окисления органических загрязнений и аммонийного азота, процессов денитрификации, удаления фосфора и т.д) – отношение количества снятых загрязнений к массе активного ила и длительности соответствующего процесса.

Расчет удельной скорости биохимических процессов $\boldsymbol{\rho_{Ci}}$, $\frac{\text{мг}}{\text{г*час}}$:

$$\rho_{Ci} = \frac{C_{i,\text{вх}} - C_{i,\text{вых}}}{X_i*(1-s)*t_{at}}$$

где $C_{i,\text{вх}}$ - концентрация рассматриваемого загрязнения в сточной воде, поступающей на биологическую очистку, мг/л или г/л;

$C_{i,\text{вых}}$ - концентрация рассматриваемого загрязнения в биологически очищенной воде на выходе из аэротенка, мг/л или г/л;

X_i - доза активного ила в аэротенках, г/л;

t_{at} - время проведения соответствующего биохимического процесса (для процессов аэробного окисления органических соединений и нитрификации – время нахождения в аэробной зоне аэротенка, для процессов денитрификации – время нахождения сточной воды в аноксидной зоне аэротенка), час;

s - зольность активного ила, доли единицы.

<u>Пример</u>

Значение БПКполн в сточных водах, поступающих на биологическую очистку = 180 мг/л; БПКполн на выходе из аэротенка = 6 мг/л; доза активного ила в аэротенках = 2 г/л; суммарный объем аэротенков = 6200 м^3; зольность активного ила = 30%; среднесуточный расход сточных вод =15000 м^3/сут. <u>Определить удельную скорость окисления органических соединений по БПКполн.</u>

Определяем время нахождения сточной воды в аэротенке: $\frac{6200}{15000}$*24=9,9 часа.

Тогда:

$$\boldsymbol{\rho}_{\text{БПКполн}} = \frac{180-6}{2*(1-0{,}3)*9{,}9} = \mathbf{12{,}55}\,\frac{\text{мг}}{\text{г*час}}$$

Аналогично рассчитываются нагрузки по другим видам загрязнений.

Расчет технологических параметров работы аэротенков

окислительная мощность аэротенков -

количество загрязнений, снимаемых в единицу времени массой активного ила, находящейся в единице объема сооружения.

Расчет окислительной мощности аэротенков $ОС_{at}$, $\frac{кг}{м3*сут}$:

$$ОС_{at} = \frac{24*X_i*(1-s)\rho_{C_i}}{1000},$$

где ρ_{Ci}- удельная скорость биохимического процесса по рассматриваемому параметру, $\frac{мг}{г*час}=\frac{г}{кг*час}$;

X_i- доза активного ила в аэротенках, г/л=кг/м3;

s – зольность активного ила, доли единицы.

Пример

Удельная скорость окисления органических соединений по БПКполн ($\rho_{БПКполн}$) = 12,55 $\frac{г}{кг*час}$;

доза активного ила в аэротенках = 2 кг/м^3; зольность активного ила = 30%.

Определить окислительную мощность аэротенка по БПКполн.

$$ОС_{at} = \frac{24*2*(1-0,3)*12,55}{1000} = 0,42\ \frac{кг}{м3*сут}$$

Аналогично рассчитываются нагрузки по другим видам загрязнений.

Расчет технологических параметров работы аэротенков

степень рециркуляции активного ила (значение рецикла возвратного активного ила) - отношение расхода циркуляционного (рециркуляционного, возвратного) активного ила к расходу сточной воды, поступающей в аэротенк.

Расчет степени рециркуляции активного ила $\boldsymbol{R}_{\text{ВАИ}}$, % или доли единицы:

$$\boldsymbol{R}_{\text{ВАИ}} = \frac{\boldsymbol{Q}_{\text{ВАИ}}}{\boldsymbol{Q}_{\text{СВ}}} * 100\% \quad \text{или} \quad \boldsymbol{R}_{\text{ВАИ}} = \frac{\boldsymbol{Q}_{\text{ВАИ}}}{\boldsymbol{Q}_{\text{СВ}}}$$

где $\boldsymbol{Q}_{\text{ВАИ}}$ - расход возвратного активного ила, $\frac{\text{м}^3}{\text{час}}$;

$\boldsymbol{Q}_{\text{СВ}}$ - расход сточной воды, поступающей в аэротенк, $\frac{\text{м}^3}{\text{час}}$

Пример

Расход возвратного активного ила составляет = 475 $\frac{\text{м}^3}{\text{час}}$;

расход сточной воды, поступающей в аэротенки = 790 $\frac{\text{м}^3}{\text{час}}$.

Определить степень рециркуляции возвратного активного ила.

$$R_{\text{ВАИ}} = \frac{475}{790} = 0{,}6$$