

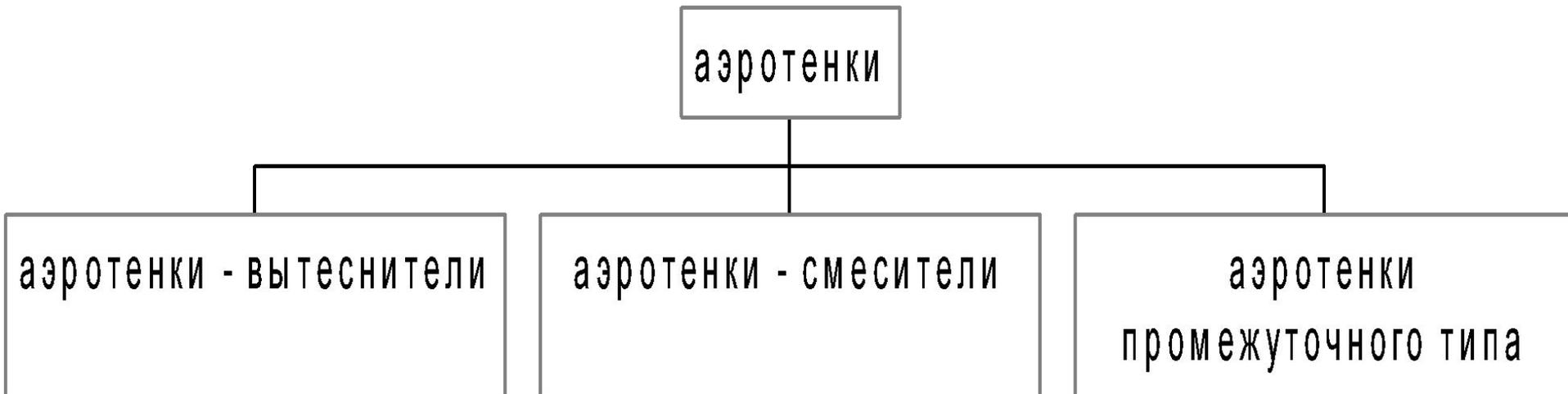
5.4. Аэротенки

Аэротенки

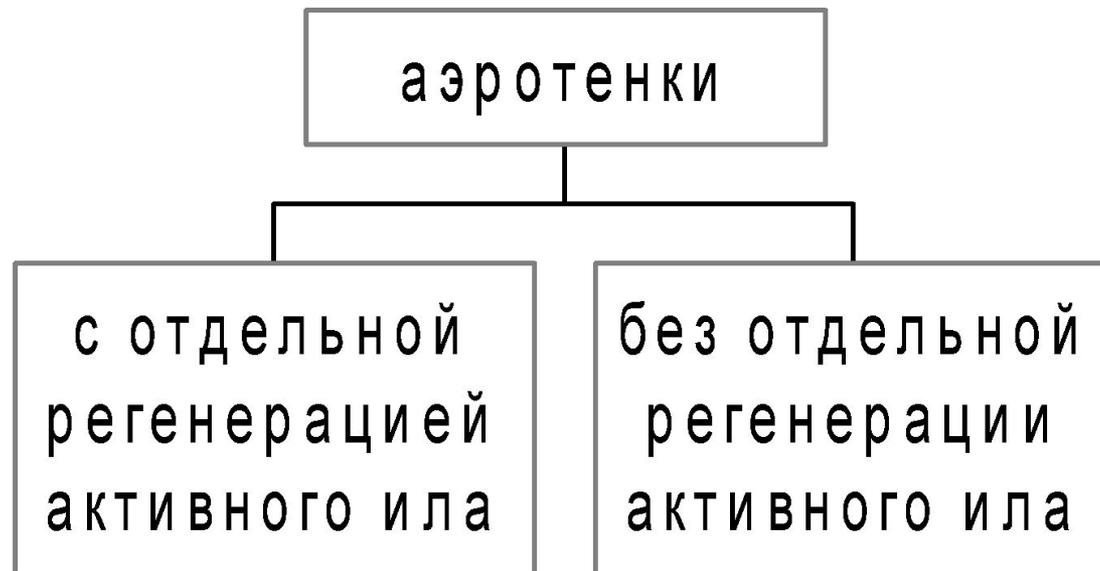
Сооружения, использующие в своей работе способность микроорганизмов активного ила к минерализации органических веществ.

Классификации аэротенков

По гидродинамическому режиму



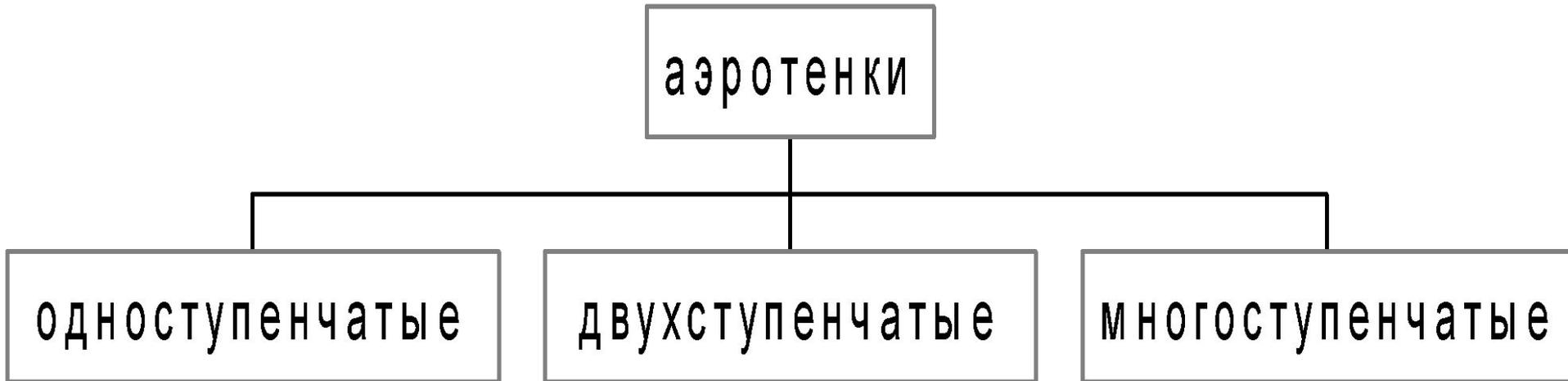
По способу регенерирования активного ила



По нагрузкам на активный ил



По количеству ступеней



По режиму работы

аэротенки

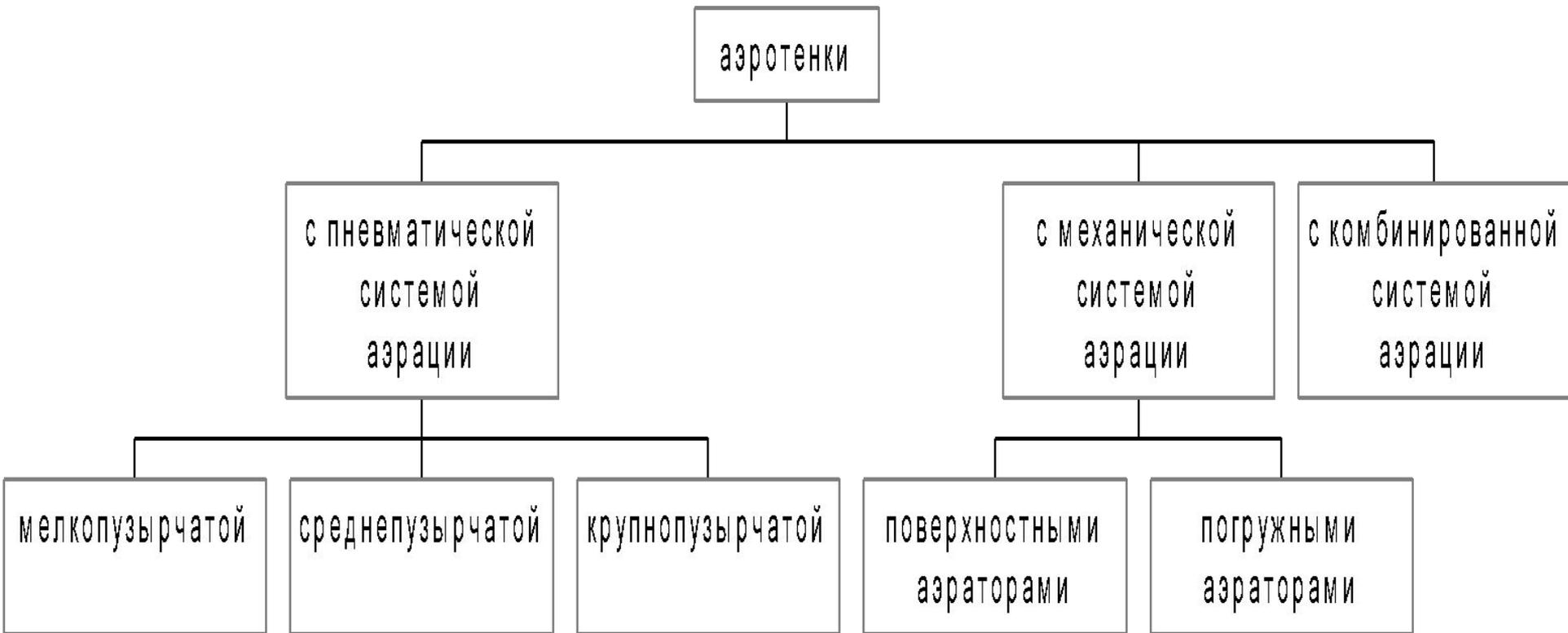
```
graph TD; A[аэротенки] --- B[проточные]; A --- C[полупроточные]; A --- D[контактные]
```

проточные

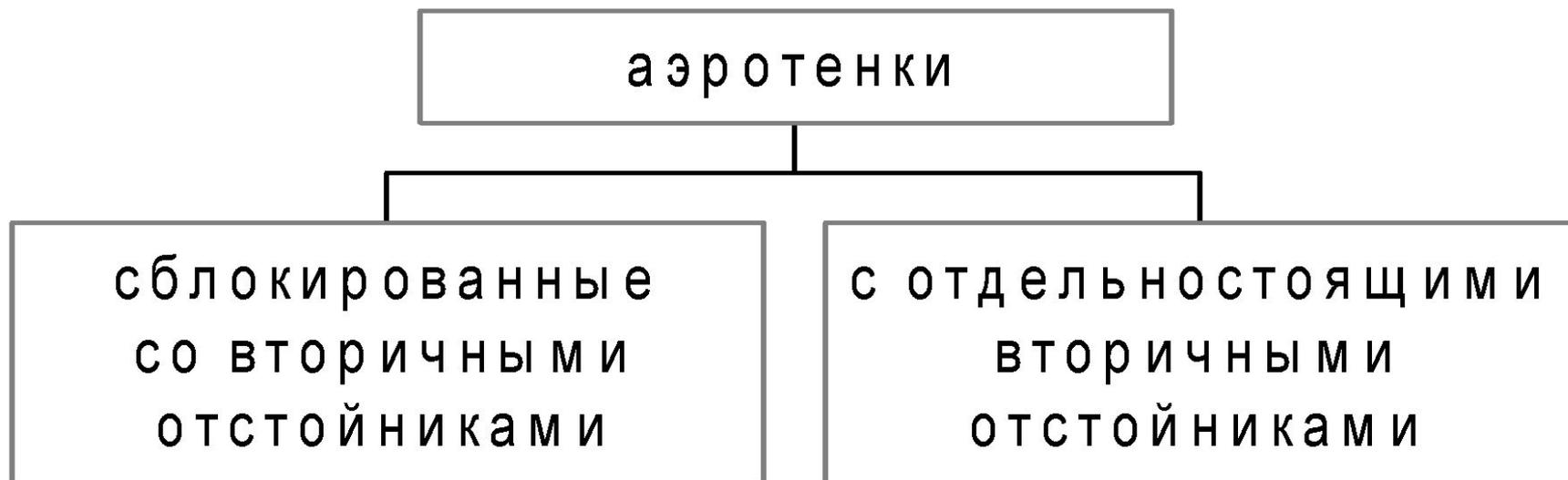
полупроточные

контактные

По типу системы аэрации



По взаимному расположению аэротенков и вторичных отстойников



По степени загрязненности очищаемых СТОЧНЫХ ВОД

аэротенки

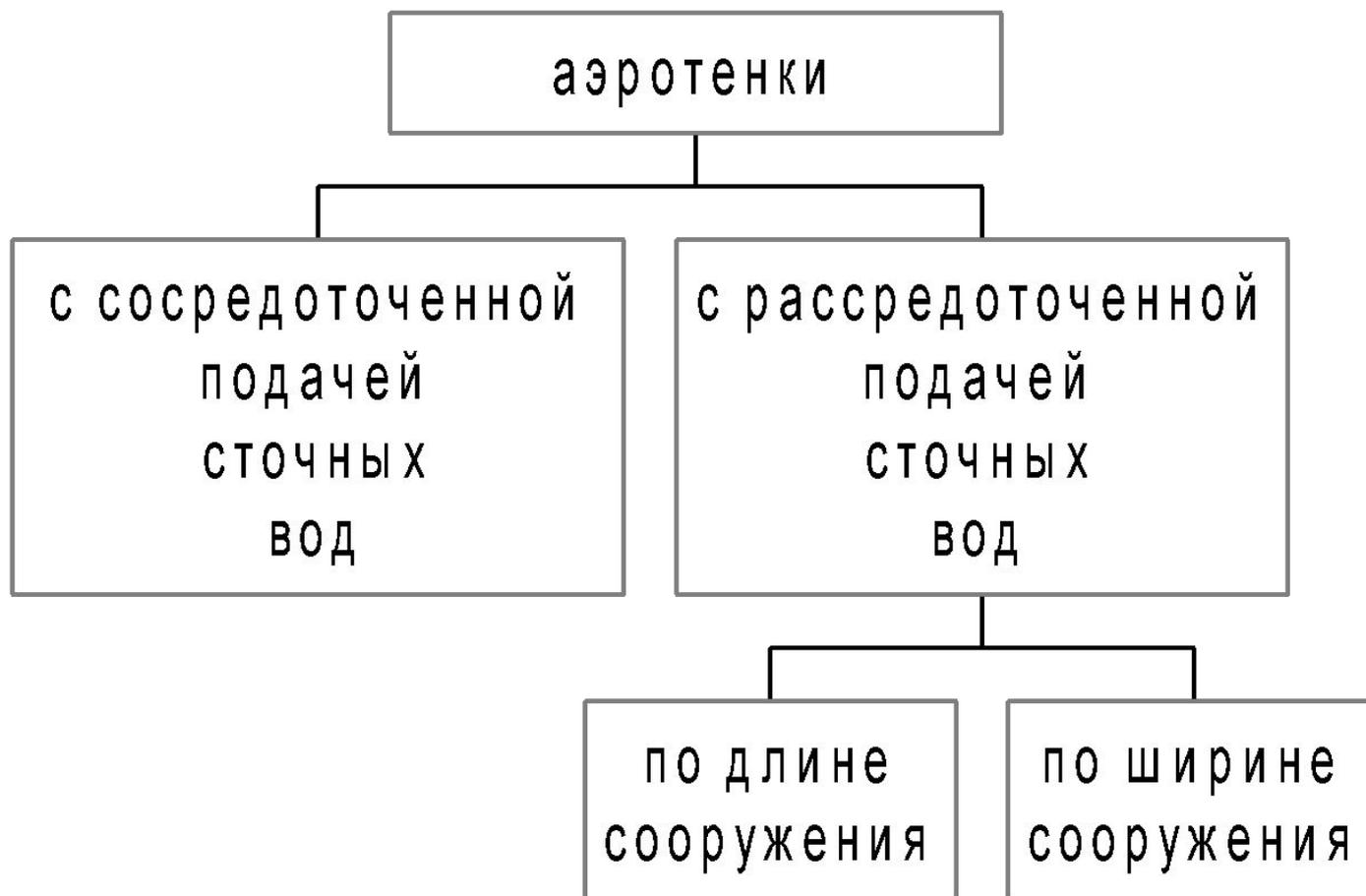
```
graph TD; A[аэротенки] --- B[для очистки высококонцентрированных сточных вод]; A --- C[для очистки концентрированных сточных вод]; A --- D[для очистки низкоконцентрированных сточных вод];
```

для очистки
высококонцентрированных
сточных вод

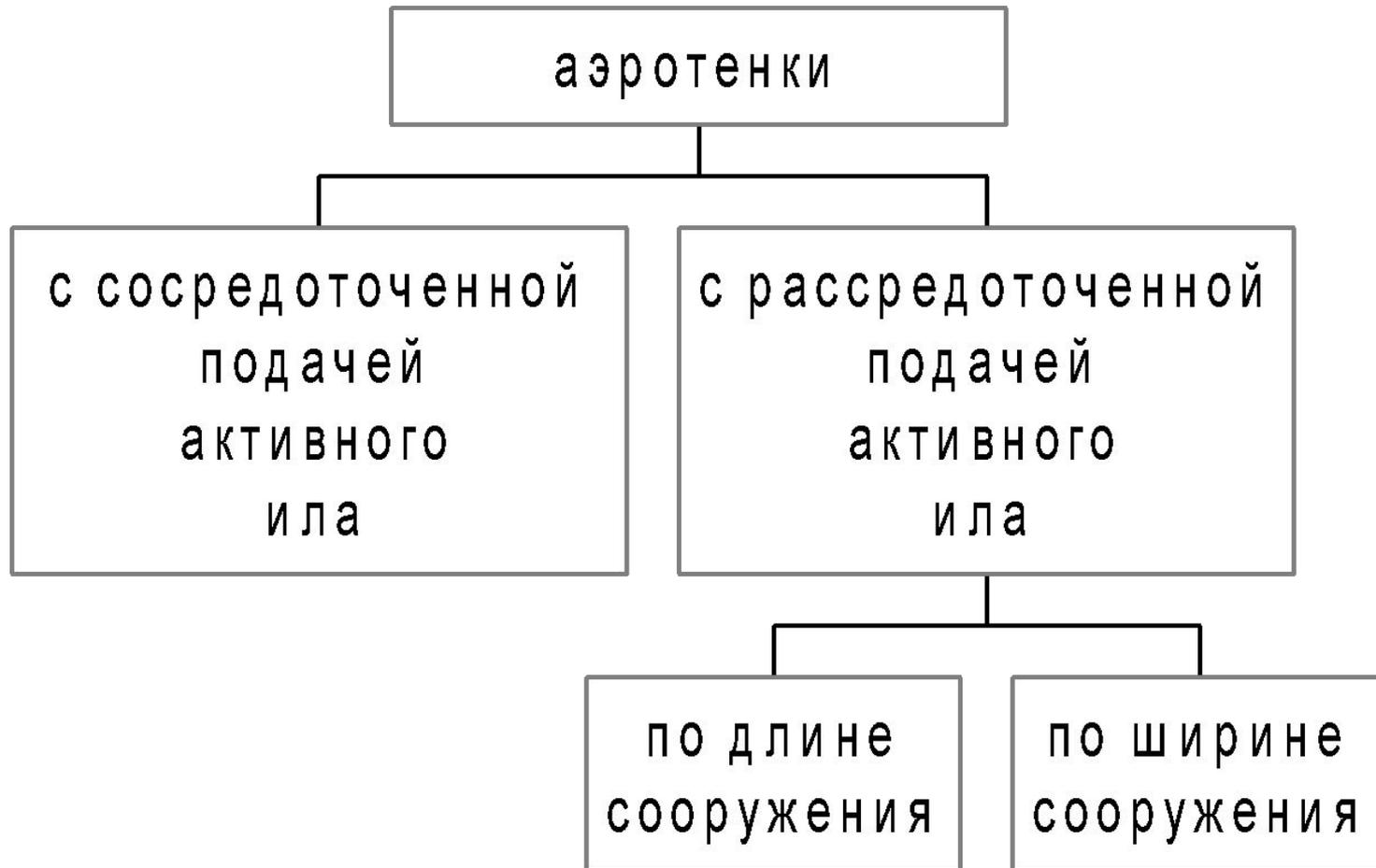
для очистки
концентрированных
сточных вод

для очистки
низкоконцентрированных
сточных вод

По способу подачи сточных вод



По способу подачи активного ила



Классификации аэротенков-отстойников

По направлению движения сточной воды

аэротенки - отстойники

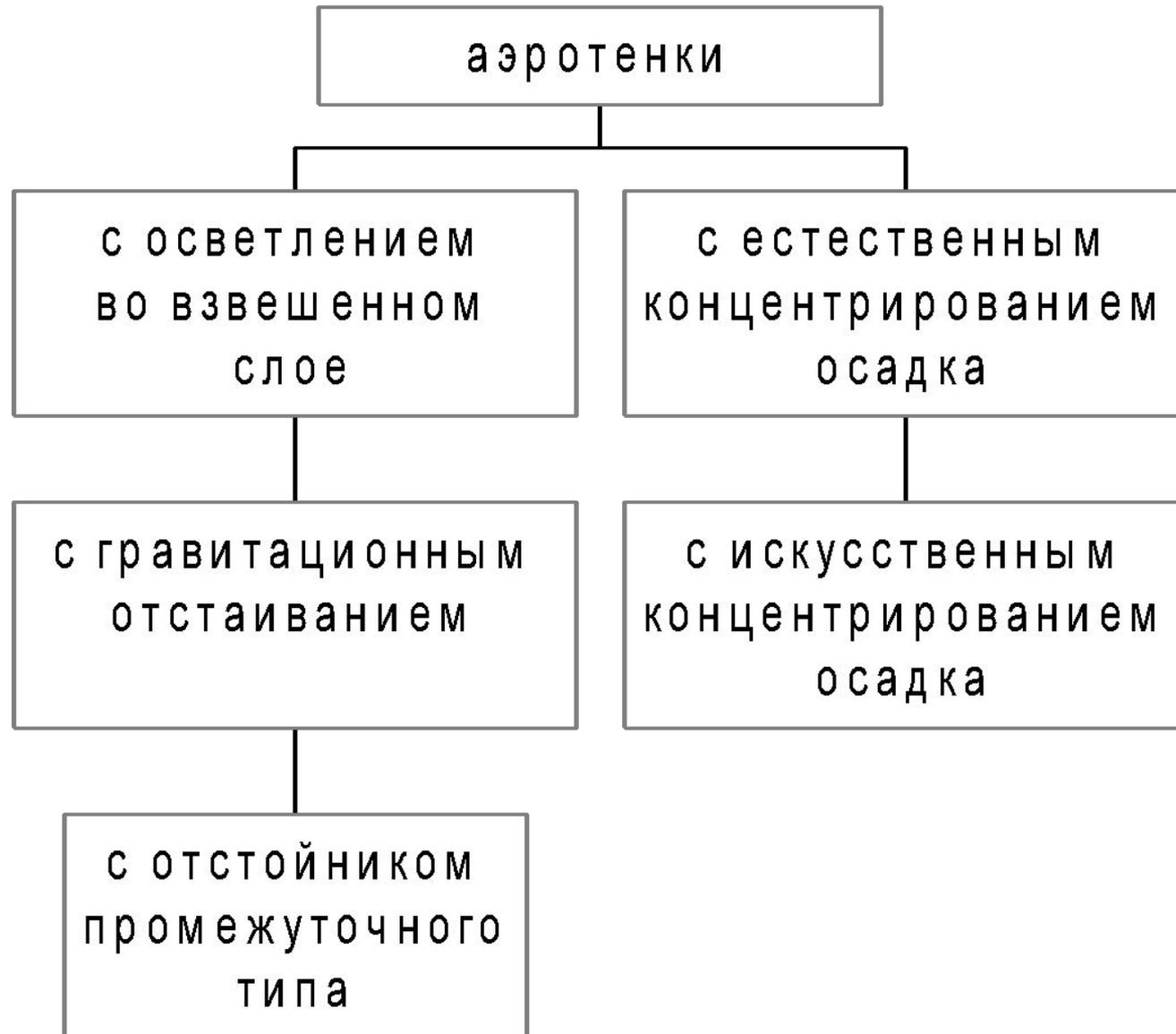
```
graph TD; A[аэротенки - отстойники] --- B[с центрально расположенной отстойной зоной и периферийной зоной аэрации]; A --- C[с центрально расположенной зоной аэрации и периферийной зоной отстаивания]; A --- D[сооружения промежуточного типа];
```

с центрально расположенной
отстойной зоной и
периферийной зоной
аэрации

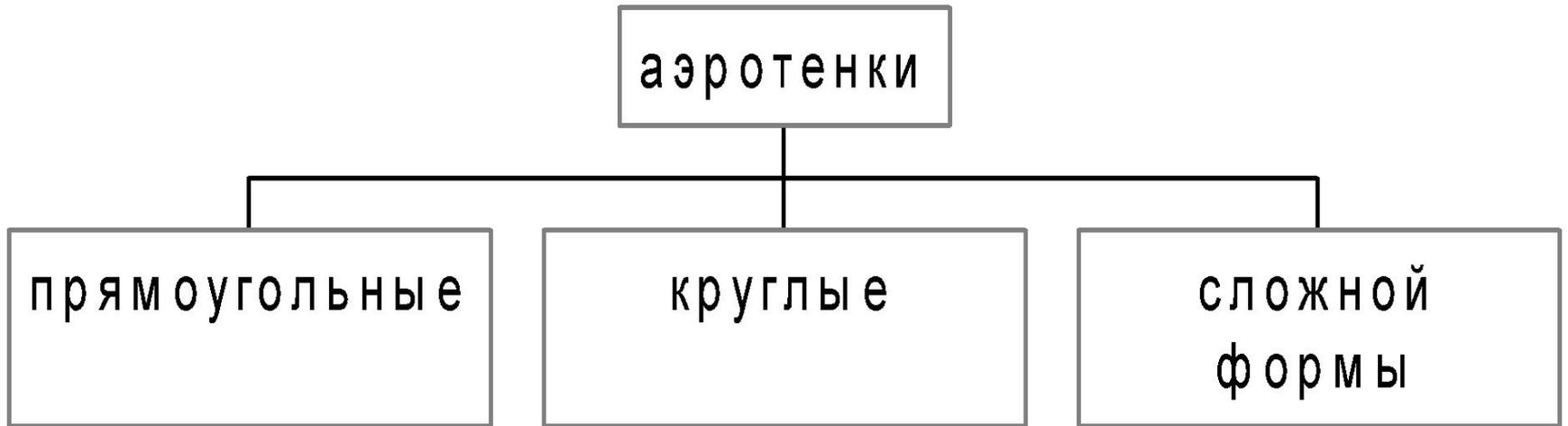
с центрально расположенной
зоной аэрации и
периферийной зоной
отстаивания

сооружения
промежуточного
типа

По принципу работы отстойной зоны



По форме в плане

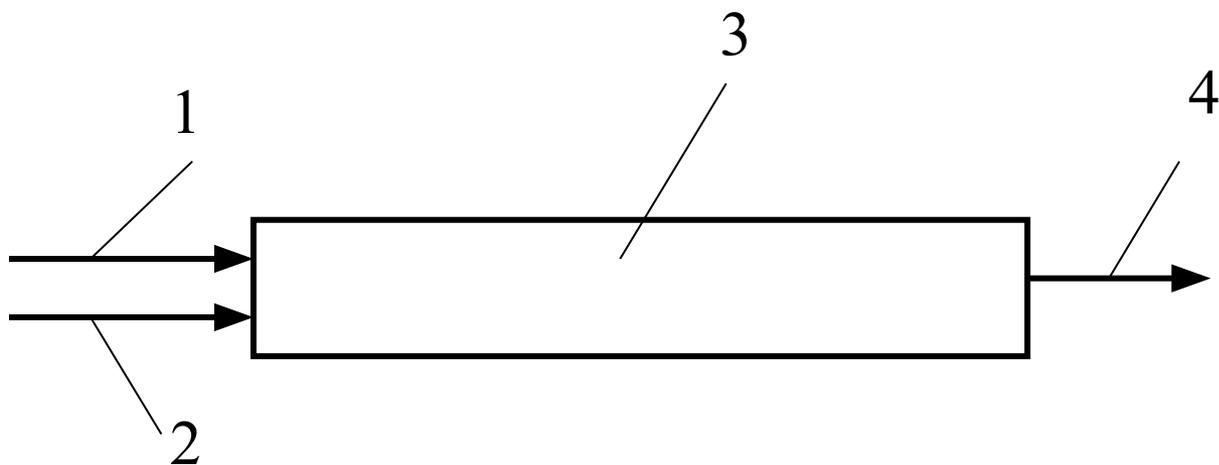


5.4.1. Аэротенки-вытеснители

Аэротенк-вытеснитель

Поступающая сточная вода практически не перемешивается с содержимым сооружения и, в результате, как бы вытесняет из сооружения ранее поступившую воду.

Схема аэротенка-вытеснителя



Как правило, представляет собой коридорное сооружение, в котором порция поступающей сточной воды с активным илом проходит последовательную очистку без полного смешения с объемом жидкости, находящейся в сооружении.

Глубина очистки сточных вод в этих условиях является функцией от расстояния, которое проходит порция стока от впуска в сооружение до выхода из него.

Основные фазы процесса очистки сточных вод:

- начальная фаза очистки (избыток питательных веществ и дефицит кислорода);
- фаза оптимальных условий очистки (баланс между количеством питательных веществ и количеством кислорода);
- конечная фаза очистки (недостаток питательных веществ и избыток кислорода).

Очистка с оптимальными условиями осуществляется в течение незначительного промежутка времени пребывания сточных вод в сооружении, т.е. Технологический процесс очистки сточных вод в аэротенках-вытеснителях не позволяет достаточно полно использовать объем сооружения.

Кроме того, ход очистки и, соответственно, ее качество подвержены значительным колебаниям в результате неравномерности подачи сточных вод и нагрузки на активный ил по загрязняющим веществам.

Основы расчета

Продолжительность периода аэрации

$$t = \frac{1 + \varphi a_i}{P_{\max} C_o a_i (1 - s)} \left[(C_o + K_o)(L_{\text{см}} - L_t) + K_l C_o \cdot \ln \frac{L_o}{L_t} \right] K_p,$$

φ – коэффициент ингибирования продуктами распада органических веществ активного ила, л/г; a_i – доза активного ила по сухому веществу, г/л; P_{\max} – максимальная скорость окисления органических веществ, мг/(г·ч); C_o – концентрация растворенного кислорода, равная 1...2 мг/л; s – зольность активного ила, доли единицы; K_o – константа, характеризующая влияние кислорода, мг O_2 /л; $L_{\text{см}}$ – величина БПК_{полн}, определяемая с учетом разбавления сточных вод рециркуляционным расходом возвратного активного ила, мг/л; L_t – величина БПК_{полн} очищенной сточной воды, мг/л; K_l – константа, характеризующая свойства органических веществ, мг БПК_{полн}/л; L_o – величина БПК_{полн} поступающей в аэротенк сточной воды, мг/л; K_p – коэффициент, учитывающий влияние продольного перемешивания на процесс очистки сточных вод: $K_p = 1,5$ при очистке стоков до $L_t = 15$ мг/л и $K_p = 1,25$ – при $L_t > 30$ мг/л.

Величина БПК_{полн} с учетом разбавления
сточных вод рециркуляционным расходом
возвратного активного ила

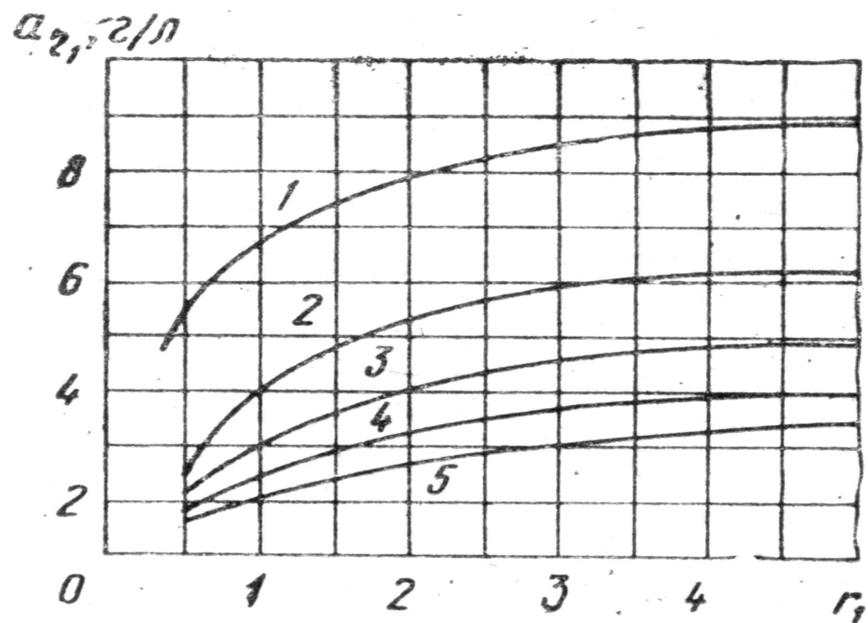
$$L_{CM} = \frac{L_o + L_t r_i}{1 + r_i},$$

r_i – коэффициент рециркуляции активного ила, доли единицы
при $i < 175 \text{ см}^3/\text{г}$ и $a_i \leq 5 \text{ г/л}$

$$r_i = \frac{a_i}{\frac{100}{i} - a_i}.$$

Величина r_i должна быть не менее 0,3 для отстойников с илососами, 0,4 – с илоскребами, 0,6 – при самотечном удалении активного ила.

Зависимость рабочей дозы активного ила в аэротенке от коэффициента циркуляции



1 – при $i=50$ см³/г; 2 - при $i=100$ см³/г; 3 – при $i=150$ см³/г; 4 – при $i=200$ см³/г; 5 – при $i=250$ см³/г;

Иловый индекс

$$i = \frac{R_a^{1,25}}{100} + 3,5 \left[1 + \frac{1}{\exp\left(\frac{R_a}{100} - 6,4\right)^2} \right].$$

R_a - нагрузки по БПК_{полн} на 1 г беззольного вещества активного ила в сутки, мг/(г · сут)

$$R_a = \frac{24(L_o - L_t)}{a_{\eta i} t_p},$$

$a_{\eta i}$ - доза активного ила по беззольному веществу

$$a_{\eta i} = a_i (1 - s).$$

Период аэрации с учетом температуры СТОЧНЫХ ВОД

$$t_p = t \cdot \frac{15}{T},$$

T – среднегодовая температура сточных вод, °С.

Концентрация возвратного активного ила

$$a_{и} = \left(\frac{2 \cdot 10^3}{i + 50} \right)^{0,9 - 0,05 \lg r_i}$$

Концентрация активного ила в иловой смеси с учетом концентрации возвратного ила и коэффициент рециркуляции

$$a_{\eta 1} = \frac{[C_{BB} + r_i a_{II}]}{1 + r_i} K_{II},$$

C_{BB} – концентрация взвешенных веществ в поступающих в аэротенк сточных водах, г/л; $K_{II} = 0,80 \dots 0,85$.

Продолжительность периода аэрации с учетом рециркуляции возвратного активного ила

$$t'_p = \frac{1 + \varphi a_{\eta i}}{P_{\max} C_o a_{\eta 1}} \left[(C_o + K_o)(L_{cm} - L_t) + K_l C_o \ln \frac{L_o}{L_t} \right] K_p.$$

Рабочий объем аэротенка

$$V = \frac{qt'_p(1 + r_i)}{N},$$

q – расчетный расход сточных вод, м³/ч, принимаемый в зависимости от величины коэффициента неравномерности притока сточных вод:

- при коэффициенте неравномерности не более 1,25 – q равен среднечасовому расходу сточных вод;
- при коэффициенте неравномерности более 1,25 – q равен среднему расходу в часы максимального притока сточных вод;

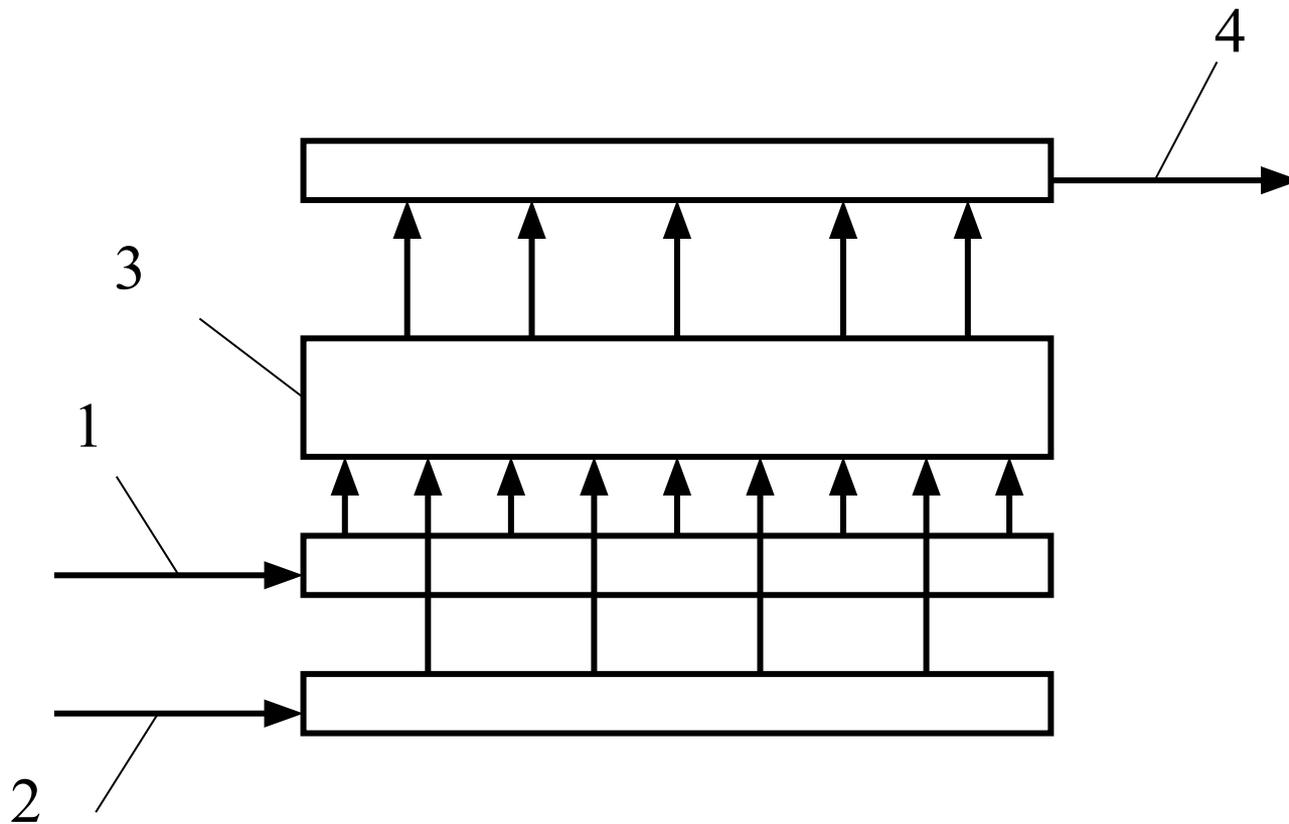
N – количество рабочих аэротенков.

5.4.2. Аэротенк-смеситель

Аэротенк-смеситель

Поступающая сточная вода постоянно и интенсивно перемешивается со всем содержимым сооружения.

Схема аэротенка-смесителя



Сооружение, в котором порция поступающей сточной воды быстро перемешивается со всей массой жидкости с активным илом, содержащейся в сооружении.

Это позволяет равномерно распределить органические вещества и растворенный кислород по всему объему сооружения и, в результате, обеспечить работу сооружения при высоких нагрузках на активный ил.

Технологической особенностью аэротенков-смесителей является наличие рассредоточенных впусков очищаемой сточной воды и активного ила и рассредоточенного выпуска иловой смеси. Они располагаются вдоль противоположных стен сооружения.

К аэротенкам этого типа также относятся аэротенки с механическими системами аэрации.

Основной недостаток – возможность «проскока» части сточной воды с недостаточной степенью очистки.

Поэтому остаточная величина БПК в выходящей из сооружения сточной воды несколько выше, чем в сточной воде после очистки в аэротенках-вытеснителях.

Основы расчета

Продолжительность периода аэрации

$$t = \frac{L_o - L_t}{a_i (1 - s) P'}$$

P – удельная скорость окисления мг/(г · ч)

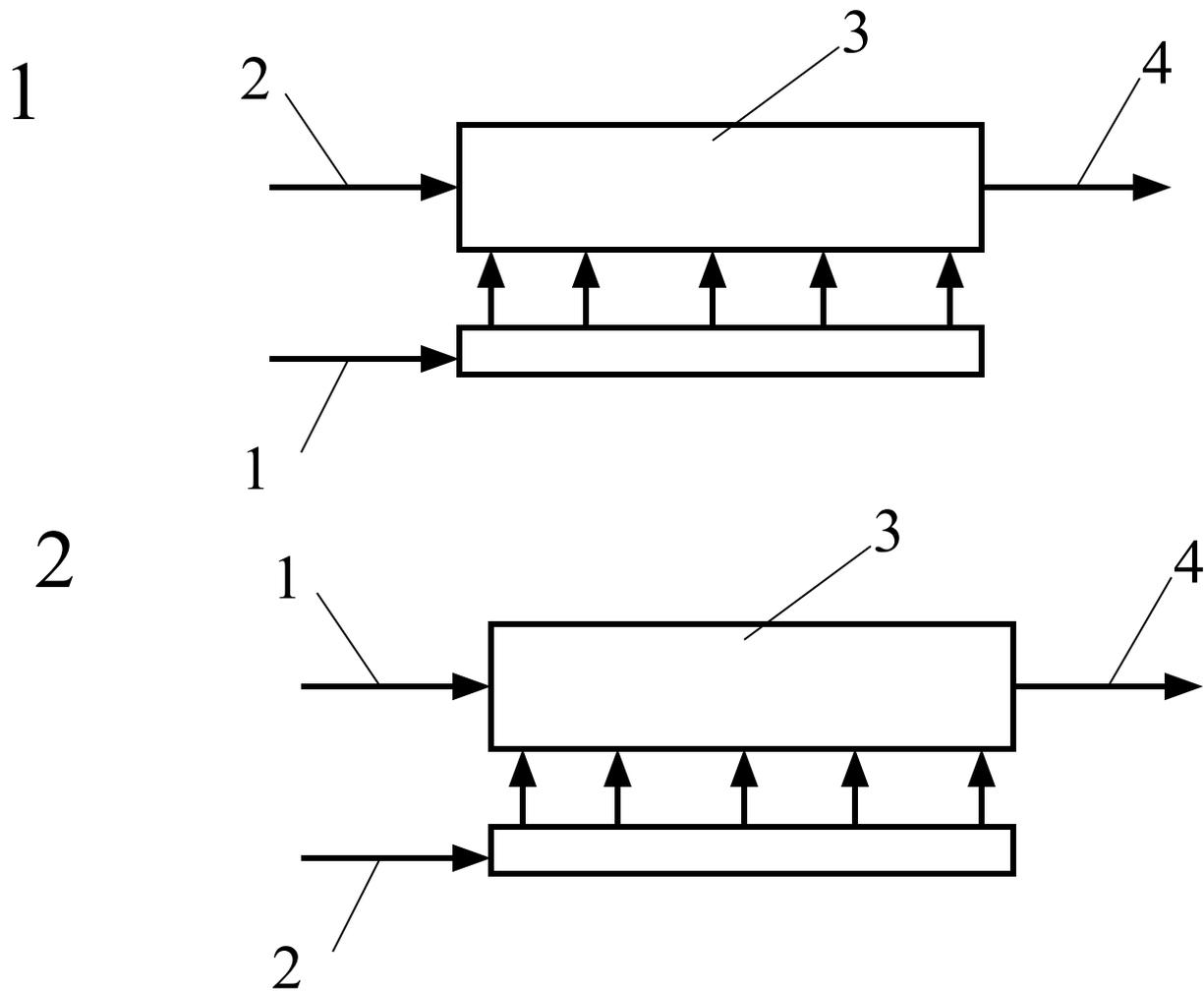
$$P = P_{\max} \frac{L_t C_o}{L_t C_o + K_l C_o + K_o L_t} \cdot \frac{1}{1 + \varphi a_i}$$

5.4.3. Аэротенки промежуточного типа

Аэротенк промежуточного типа

Поступающая сточная вода перемешивается с частью содержимого сооружения.

Схемы аэротенков



В аэротенках, выполненных по первой схеме, концентрация активного ила на входе в сооружение равна его содержанию в возвратном активном иле и постепенно уменьшается по мере приближения сточной воды к выходу из сооружения. Средняя его концентрация значительно выше, чем в аэротенках других типов.

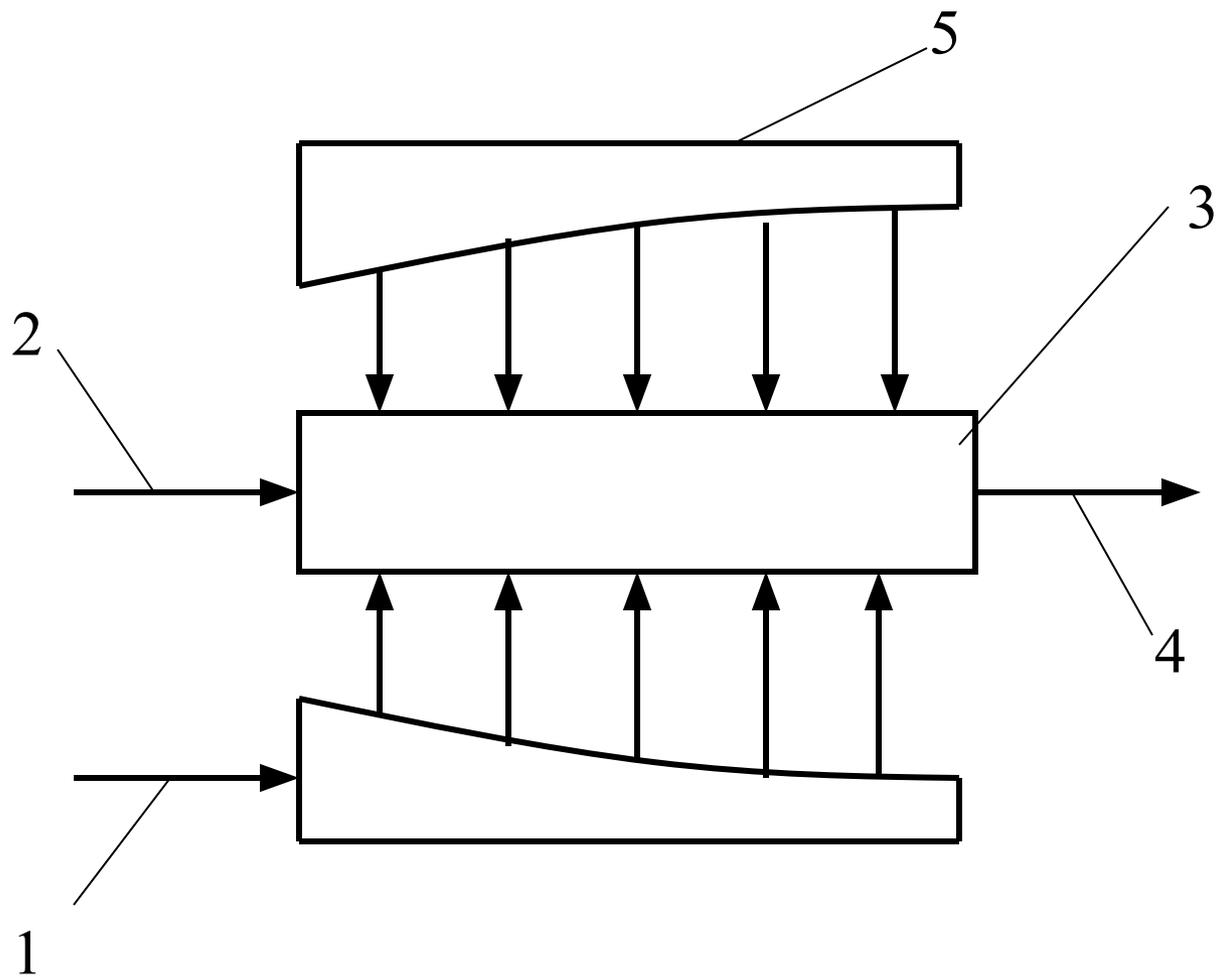
Нагрузка на активный ил постепенно увеличивается от начала сооружения к его концу, дефицит кислорода имеет обратную зависимость от расстояния, которое проходит сточная вода в сооружении.

В аэротенках, выполненных по второй схеме, концентрация активного ила увеличивается к концу сооружения, а дефицит кислорода при этом уменьшается.

Нагрузка на активный ил на входе в сооружение высока, ее распределение по длине сооружения еще более неравномерно, чем в аэротенках-вытеснителях. Поэтому аэротенки данного типа обладают недостатками аэротенков-вытеснителей.

Аэротенк с улучшенным гидродинамическим режимом

Схема аэротенка



Аэротенк с улучшенным гидродинамическим режимом

В нем совмещены преимущества аэротенков-смесителей и аэротенков-вытеснителей.

Это сооружение представляет собой аэротенк с рассредоточенной, но неравномерной по длине сооружения подачей очищаемой сточной воды при сосредоточенной подаче активного ила. Кроме того, предусматривается снижение интенсивности аэрации от входа в сооружение к выходу из него.

Эффективность очистки сточных в данном сооружении аналогична такой же характеристики для аэротенков-вытеснителей. При чем, величина БПК_{полн} очищенных сточных вод, находясь в пределах 10...15 мг/л, остается практически постоянной по всей длине сооружения.

5.4.4. Регенерация активного ила

Регенерация активного ила может осуществляться непосредственно в самом аэротенке или в специальном сооружении – регенераторе.

В первом случае расчетное время пребывания сточной воды в аэротенке складывается из продолжительности адсорбции и продолжительности регенерации. Во втором случае аэротенк рассчитывается по времени адсорбции, а регенератор – по времени регенерации. При этом следует учесть, что расход активного ила, подвергающегося регенерации, значительно меньше, чем расход сточной воды. Следовательно, за частую, второй способ регенерации активного ила является экономически более выгодным, чем первый, из-за снижения габаритов сооружений.

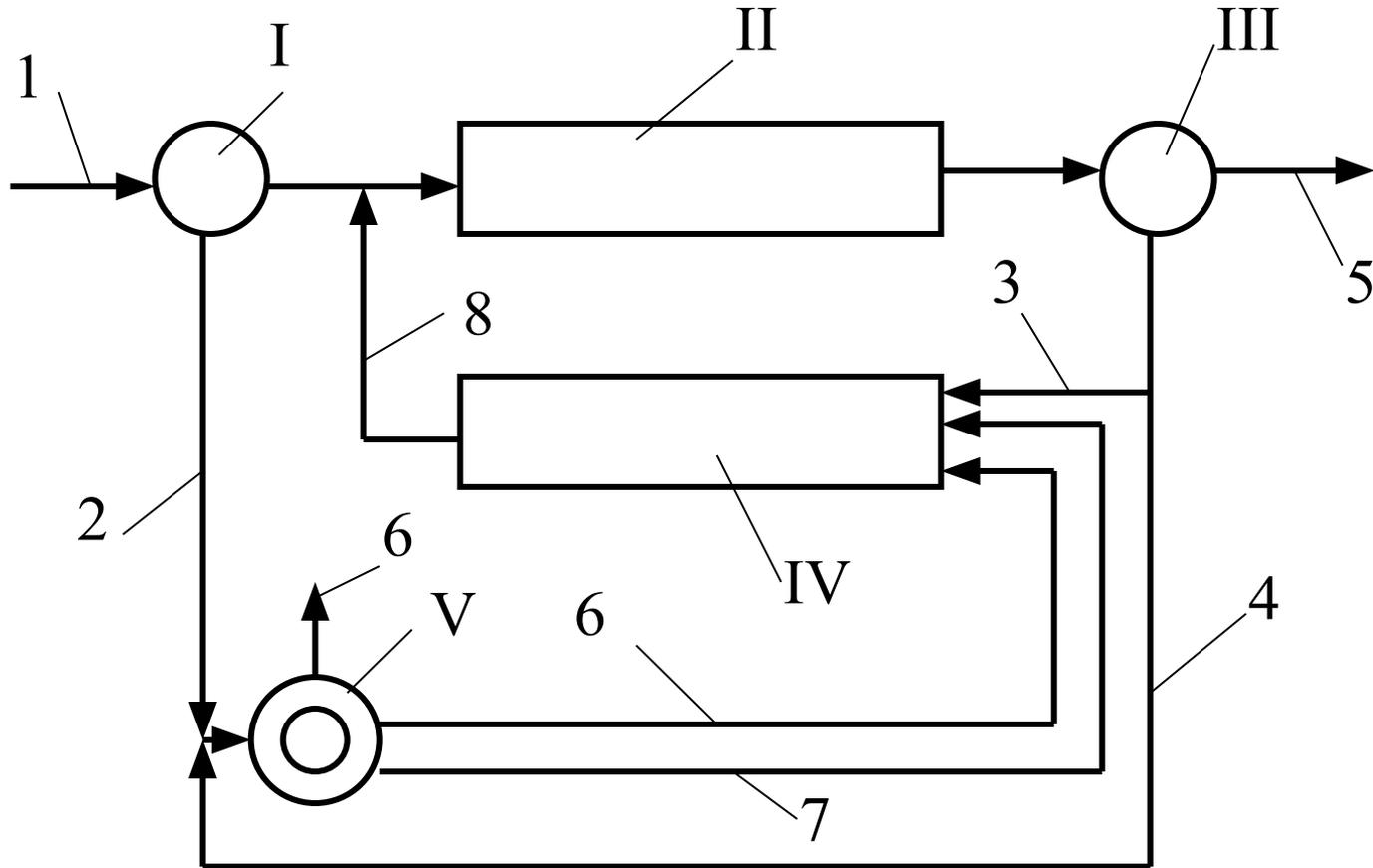
Для выбора способа регенерации необходимо знать время, затрачиваемое на адсорбцию, и время, необходимое для регенерации активного ила.

В настоящее время аэротенки с регенераторами широко используются при очистке сточных вод, содержащих токсичные примеси, которые губительно действуют на микроорганизмы активного ила и, таким образом, замедляют процесс очистки. В таких случаях активный ил заменяют возвратным илом из регенераторов, т.к. микроорганизмы последнего более адаптированы к указанным веществам.

В конструктивном отношении регенератор активного ила, как правило, не отличается от аэротенка-вытеснителя, работающего в условиях продленной аэрации, а его объем составляет 25...75 % от объема аэротенка.

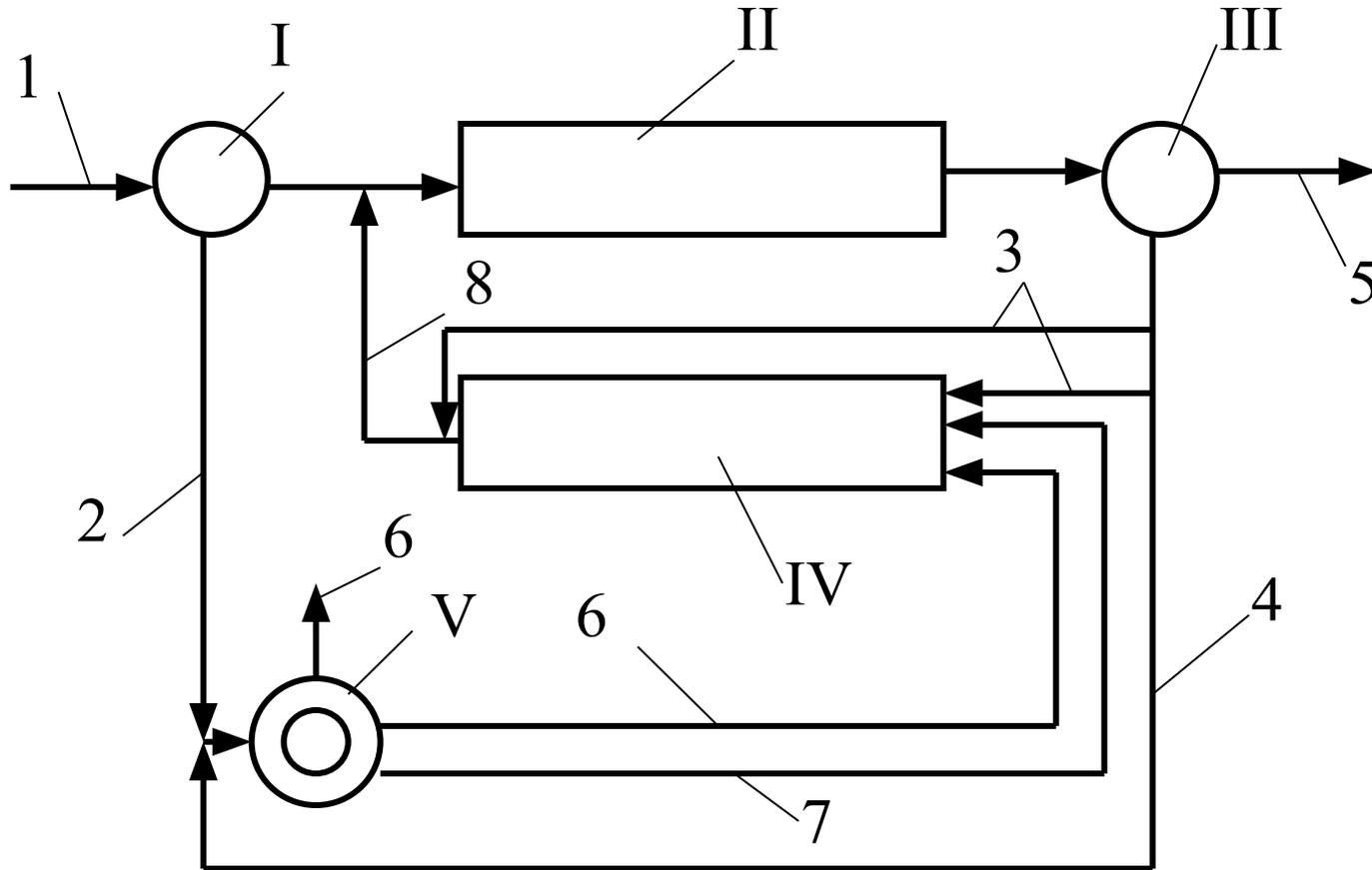
Наиболее интересными технологическими процессами использования регенераторов представляются процессы Хатфилда и Крауса.

Технологическая схема применения регенераторов по методу Хатфилда.



В процессе Хатфилда в регенератор вместе с возвратным илом подается некоторая часть сброженного осадка и/или иловой воды из метантенков. В регенераторе аммонийный азот, имеющийся в больших количествах в сброженной смеси метантенков, окисляется до нитратов. Кислород нитратов используется микроорганизмами при смешении регенерированного ила со сточной водой.

Технологическая схема применения регенераторов по методу Крауса.



В процессе Крауса возвратный ил разделяется на две части:

- большая часть возвратного ила направляется сразу в аэротенк (как в обычных схемах аэротенков);
- меньшая часть возвратного ила (10...20 % от общего объема возвратного ила) регенерируется вместе с иловой водой и/или сброженным осадком из метантенков до появления большого количества нитратов, после чего направляется в аэротенк.

Период нитрификации в процесса Хатфилда и Крауса составляет 12...24 часа.

Применение регенератора с аэротенком-вытеснителем не устраняет неравномерности потребления кислорода по длине этого аэротенка. Указанный недостаток отсутствует в аэротенках-смесителях с регенераторами.

Принцип работы аэротенков с отдельно стоящими регенераторами активного ила

В основу работы этих сооружений положен принцип разделения процесса очистки сточных вод на две стадии:

- адсорбция органических веществ активным илом и минерализация легкоокисляющихся веществ (осуществляется непосредственно в аэротенке);
- окисление адсорбированных активным илом веществ и восстановление начальной активности ила (осуществляется в регенераторе).

Это разделение процесса очистки сточных вод на стадии достаточно условно, т.к. адсорбция и биохимическое окисление органических веществ протекают одновременно, но последнее заканчивается значительно позднее, чем первое, из-за сравнительно не высоких скоростей процесса минерализации.

В процессе адсорбции органические вещества с размерами молекул, меньшими размеров пор оболочки бактериальных клеток, проникают внутрь этих клеток, где подвергаются биохимическому окислению. Органические вещества больших размеров подвергаются ступенчатому воздействию микроорганизмов: сначала эти молекулы измельчаются под действием клеточных экзоферментов, затем под воздействием осмотического давления проникают внутрь бактериальной клетки и там подвергаются биохимическому окислению.

После окончания процесса сорбции сточная вода является практически очищенной от органических примесей. При этом процесс биохимического окисления указанных веществ продолжается. Он по сути представляет собой процесс регенерации активного ила, т.е. Процесс восстановления адсорбционной способности активного ила.

Основы расчета аэротенков с
отдельностоящими регенераторами
активного ила

Продолжительность периода аэрации

$$t_{at} = \frac{2,5}{\sqrt{a_j}} \lg \frac{L_o}{L_t}.$$

Расчет аэротенка производится по методике соответствующей его типу по гидродинамическому режиму работы.

Продолжительность регенерации активного
ила

$$t_r = t_0 - t_{at},$$

t_0 – продолжительность окисления органических веществ, ч,

$$t_0 = \frac{L_0 - L_t}{r_i a_r (1 - s) P},$$

a_r – доза активного ила в регенераторе, г/л;

$$a_r = a_i \left(\frac{1}{2r_i} + 1 \right).$$

Рабочий объем регенератора

$$V_r = \frac{t_r r_i q}{N}.$$

5.4.5. Аэротенки высоконагружаемые, высокопроизводительные и продленной аэрации

Окислительная мощность

Количество БПК_{полн} сточных вод, снимаемое 1 м³ объема аэротенка в сутки.

Зависит от нагрузки по БПК_{полн} на 1 г сухого беззольного вещества активного ила (мг/(г·сут)) и дозы активного ила (г/л).

Величина окислительной мощности является основным критерием разделения аэротенков на высоконагружаемые, высокопроизводительные, обычные и низконагружаемые (продленной аэрации).

Основные пути повышения окислительной мощности

- При сохранении прежней рабочей дозы активного ила увеличивается нагрузка на него, т.е. создаются высоконагружаемые аэротенки. Интенсификация процесса очистки сточных вод в этом случае происходит в результате поддержания активного ила на стадии логарифмической фазы его развития, что обеспечивается избытком питательных веществ. При этом в очищенной воде наблюдается преобладание аммонийного азота и снижение содержания его окисленных форм (нитратов, нитритов). Основным недостатком этих аэротенков является неполное разложение органических веществ.
- При сохранении прежних нагрузок на активный ил повышается его рабочая доза, т.е. создаются высокопроизводительные аэротенки. Поддержание высокой рабочей дозы активного ила обеспечивается за счет увеличения количества циркулирующего возвратного активного ила.

Низконагружаемые аэротенки

Работают в условиях продленной аэрации (с чем связано их второе название), т.е. При длительном пребывании в них очищаемых сточных вод. В результате достигается практически полная очистка сточных вод, а также обеспечивается высокая степень денитрификации. К недостаткам следует отнести большие габаритные размеры сооружений (поэтому величина $BPK_{полн}$ очищаемых сточных вод на входе в аэротенк должно быть не более 150 мг/л) и повышенный вынос взвешенных веществ из вторичных отстойников (20...25 мг/л и более).

Основные технологические характеристики аэротенков

Режим нагрузок на активный ил	Сооружение	Продолжительность аэрации, ч	Объемная нагрузка, кг/(м ³ ·сут)	Доза ила, г/л	Нагрузка на активный ил, кг/(г·сут)	Возраст ила, сут	Иловый индекс, см ³ /г
Низкие	Аэротенк продленной аэрации	10...30	0,3...1,2	3...12	0,05...0,1 2	25...50	40...80
Средние	Аэротенк обычный	6...8	0,6	2...4	0,12...0,3	3...15	50...100
	Аэротенк обычный с регенератором	5...6	1,5	2...4	0,5		
	Аэротенк высокопроизводительный	3...5	2,5	3,5...8	0,3...0,5		
Высокие	Аэротенк высоконагружаемый	0,4...4	1,5...10	1,5...10	0,8...5	0,5...2	80...200

5.4.6. Двух- и многоступенчатые аэротенки

Принцип создания многоступенчатых аэротенков

В основе создания таких аэротенков лежит идея культивирования на очистных станциях активных илов, приспособленных к окислению отдельных групп веществ. Одним из путей реализации этой идеи является разделение процесса очистки сточных вод на отдельные последовательные ступени, на каждой из которых очистка осуществляется с помощью определенной культуры активного ила. При чем, чем выше концентрация отдельных компонентов с сильно различающимися скоростями окисления, тем эффективнее применение ступенчатых схем.

Технологические особенности многоступенчатых схем

Активный ил циркулирует только в пределах своей ступени, благодаря чему образуется ил, микроорганизмы которого хорошо приспособлены к окислению загрязняющих веществ поступающих на эту ступень.

В качестве первых ступеней рекомендуется использовать аэротенки-смесители, т.к. они позволяют усреднить стоки и могут работать в условиях высоких нагрузок, а в качестве последних ступеней – аэротенки-вытеснители, которые обеспечивают более полную очистку сточных вод.

Метод «чистых культур активного ила»

Заключается в использовании на каждой ступени очистки сточных вод специфических культур микроорганизмов, приспособленных к потреблению загрязняющих веществ, поступающих на эту ступень в высоких концентрациях.

Преимуществами метода являются:

- быстрота пуска аэротенков благодаря наличию специально выращенных микроорганизмов, адаптированных к конкретным стокам;
- возможность очистки высококонцентрированных сточных вод без предварительного их разбавления.

Недостатком метода служит возможность выноса микроорганизмов с очищенными сточными водами из-за отсутствия активного ила в обычном понимании этого термина.

5.4.7. Аэротенки контактные и с переменным рабочим уровнем сточных вод

Контактные аэротенки

Процесс работы контактных аэротенков состоит из следующих операций:

- прекращение подачи сточных вод;
- отключение системы аэрации;
- отстаивание иловой смеси;
- отвод очищенной воды;
- удаление избыточного активного ила;
- включение системы аэрации;
- зарядка (заполнение) системы сточной водой;
- аэрация смеси сточной воды с активным илом.

Режим очистки сточных вод в аэротенках этого типа аналогичен режиму очистки в аэротенках-вытеснителях. Но в отличие от последних качество очистки в контактных аэротенках зависит не от расстояния, которое проходит порция воды от входа в сооружение до выхода из него, а от времени, прошедшего с начала аэрирования стока до выпуска его из сооружения.

Аэротенки с переменным рабочим уровнем СТОЧНЫХ ВОД

Эти аэротенки занимают промежуточное положение между контактными и проточными сооружениями. Поэтому их часто называют полупроточными.

Колебания притока сточных вод по часам суток в таких сооружениях компенсируются соответствующими колебаниями рабочего уровня жидкости в них при постоянном расходе очищенных вод, отводимых из аэротенка во вторичные отстойники. Расход этих вод принимается равным среднечасовому расходу сточных вод подлежащих очистке. Таким образом, аэротенк с переменным рабочим уровнем сточных вод, кроме прямого назначения, выполняет функцию полного усреднителя расходов.

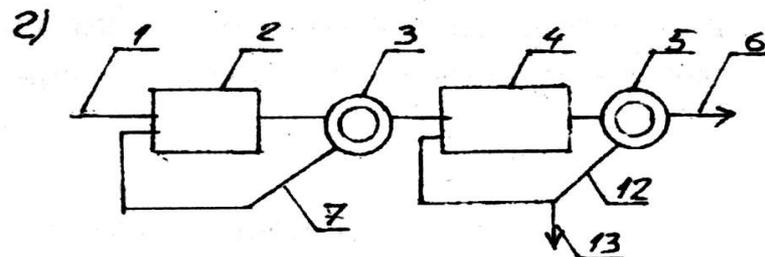
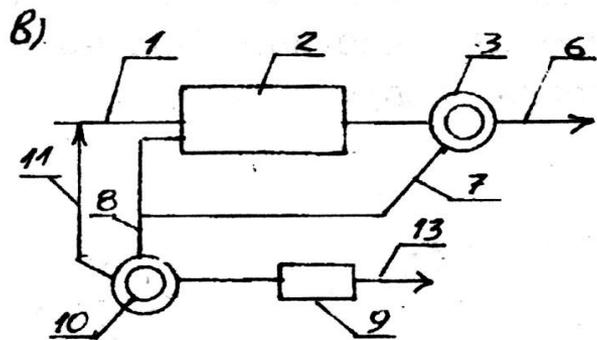
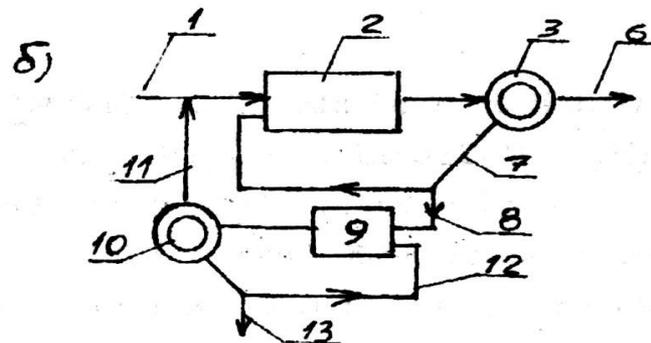
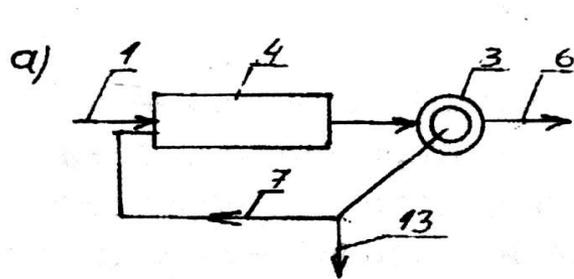
5.4.8. Основные технологические схемы применения аэротенков

Станция биологической очистки (станция аэрации) сточных вод

Станция аэрации представляет собой сложный технологический комплекс, состоящий, как правило, из первичных и вторичных отстойников, биоокислителей, компрессорной, сооружений по переработки осадков и подсобных служб. При создании таких станций следует учитывать, что для сооружений с производительностью более 100 тыс. м³/сут применение аэротенков по классическим схемам оправдано с технико-экономической точки зрения, а при меньших производительностях необходимо пересматривать указанные схемы с учетом условий эксплуатации.

Обработка осадков сточных вод в метантенках требует постоянного контроля, что в значительной степени удорожает эксплуатацию очистных сооружений. Поэтому на станциях малой производительности более перспективно использовать аэробное сбраживание (аэробную стабилизацию) осадков.

Основные технологические схемы



д)

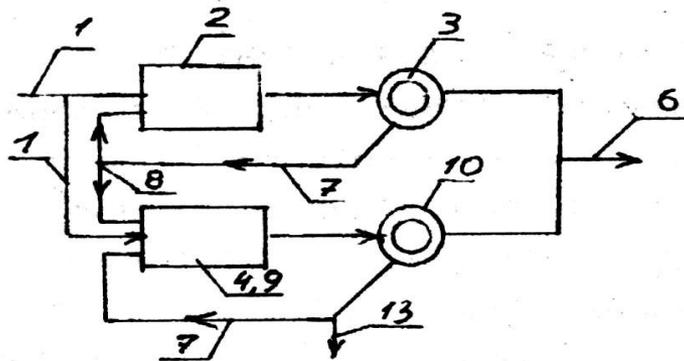


Схема (а) отличается наибольшей простотой эксплуатации. В соответствии с ней сточная вода после решеток, без первичного отстаивания, подается в аэротенк с длительным периодом аэрации (20...24 часа), а затем иловая смесь – во вторичный отстойник, из которого отводится очищенная вода.

Основным недостатком данной схемы является значительный объем аэротенка. Поэтому ее рекомендуется применять при расходах сточных вод до 1,5...3,0 м³/сут.

Схемы (б) и (в) предусматривают отдельное аэробное сбраживание осадка. Они также не требуют первичного отстаивания сточных вод, но при этом их эксплуатация более сложна, чем схемы (а), хотя объем основных сооружений будет меньшим.

С экономической точки зрения схема (в) более выгодна. В соответствии с ней активный ил с концентрацией сухого вещества 6...8 г/л подвергается уплотнению перед аэробным сбраживанием до концентрации 15...20 г/л.

В плане надежности схема (б) выгоднее, чем схема (в), т.к. активный ил высоконагружаемых и высокопроизводительных аэротенков имеет повышенный иловый индекс и, следовательно, плохо уплотняется, а также обладает способностью к вспуханию.

Схемы (б) и (в) применяются при расходах сточных вод не менее 200...400 м³/сут.

Схема (г) предусматривает обработку сточных вод в двухступенчатом аэротенке и рекомендуется к применению при наличии в стоке трудноокисляемых органических веществ, лимитирующих степень очистки. Аэротенк второй ступени выполняет при этом одновременно с основным назначением и функции минерализатора (стабилизатора) активного ила, т.к. по режиму работы он приближается к продленной аэрации.

В соответствии со схемой (д) сточная вода обрабатывается в двух параллельно работающих аэротенках. При этом один из них очищает $4/5 \dots 9/10$ общего расхода сточной воды и работает в режиме высоких или средних нагрузок на активный ил. Второй аэротенк очищает, соответственно, $1/5 \dots 1/10$ общего расхода стока, кроме того, в него отводится избыточный активный ил из первого аэротенка. Таким образом, он выполняет дополнительно функции аэробного сбрасывателя активного ила и работает в режиме продленной аэрации.

Преимуществом данной схемы является более благоприятный температурный режим аэробного сбрасывания, обеспечиваемый подачей части общего расхода сточной воды с температурой $13 \dots 18^{\circ}\text{C}$.

Работа сооружений по рассматриваемой схеме является более надежной в холодное время года, чем по схемам (б) и (в), т.к. активный ил находится во втором аэротенке в течение $4 \dots 12$ суток.

5.4.9. Вторичные отстойники

Назначение

Выделение из иловой смеси отработавшего активного ила.

Основы расчета

Необходимая площадь

$$F = \frac{q(1+r_i)}{q_s},$$

q_s – гидравлическая нагрузка на отстойники, $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$

$$q_s = \frac{4,5K_s h_{01}^{0,8}}{(0,1ia_i)^{0,5-0,01a_t}},$$

K_s – коэффициент использования объема зоны отстаивания, принимаемый для радиальных отстойников – 0,4, вертикальных с центральным выпуском сточной воды – 0,3, вертикальных с периферийным выпуском сточной воды – 0,5, горизонтальных – 0,45;
 h_{01} – высота (глубина) рабочей части отстойника, зависит от типа сооружения и принимается равной: для радиальных отстойников – 1,5...5,0 м; для вертикальных – 2,7...3,8 м; для горизонтальных – 1,5...4 м; a_t – концентрация активного ила в осветленной сточной воде, принимаемая не менее 10 мг/л (для аэротенков продленной аэрации (низконагружаемых аэротенков) – $a_t = 20...25$ мг/л; для средне- и высоконагружаемых аэротенков – $a_t = 10...15$ мг/л).

Площадь отстойников для одного
аэротенка

$$F_1 = \frac{F}{N}.$$