

## Глава 7.9. Биологические пруды

### Предметная область биологический пруд

Э ключевой элемент':

- биологический пруд
- биологическая очистка
- эквивалентный житель
- аэрация
- естественная аэрация
- искусственная аэрация
- БПК<sub>5</sub>
- сточные воды
- нефилтрующие грунты
- слабофилтрующие грунты
- господствующее направление ветра
- перепускная труба
- хлорирование
- водоём
- время пребывания воды в пруде с естественной аэрацией
- количество последовательных ступеней пруда
- коэффициент объёмного использования каждой ступени пруда
- коэффициент объёмного использования последней ступени пруда
- БПК<sub>5</sub> воды, поступающей в данную ступень пруда
- БПК<sub>5</sub> воды, поступающей в последнюю ступень пруда
- БПК<sub>5</sub> воды, выходящей из данной ступени пруда
- БПК<sub>5</sub> воды, выходящей из последней ступени пруда
- остаточная БПК<sub>5</sub>
- константа скорости потребления кислорода
- общая площадь зеркала воды пруда с естественной аэрацией
- расход сточных вод
- растворимость кислорода воздуха в воде
- концентрация кислорода, которую необходимо поддерживать в воде, выходящей из пруда
- величина атмосферной аэрации
- время пребывания воды глубокой очистки в пруде с искусственной аэрацией
- динамическая константа скорости потребления кислорода
- коэффициент зависящий от скорости движения воды в пруде, создаваемой аэрирующими устройствами или перемещением воды по коридорам лабиринтного типа
- скорость движения воды в пруде
- вынос биогенных элементов азота
- площадь, занятая посадками высшей водной растительности
- продуктивность высшей водной растительности
- содержание азота в биомассе высшей водной растительности
- вынос биогенных элементов фосфора
- содержание фосфора в биомассе высшей водной растительности
- нефилтрующие грунты
- слабофилтрующие грунты
- очистная территория\*
- тип аэрации\*
- тип очистки\*
- тип грунта\*
- количество ступеней\*
- количество секций\*

### биологический пруд

:= [искусственно созданный водоем большой площади и малой глубины для очистки и глубокой очистки сточных вод]

⇒ необходимый объект применения\*:

[очистка городских, производственных и поверхностных сточных вод, содержащих органические вещества.]

⇒ разрешение применения\*:

	[глубокая очистки сточных вод после полной биологической очистки при реконструкции очистных сооружений]
С	искусственно созданный водоем
С	пруд
⇒	условие применения*: [производительность не превышает 10 000 эквивалентных жителей.]
⇒	условие проектирования*: [наличие естественной либо искусственной аэрации]
⇒	условие использования*: { <ul style="list-style-type: none"> <li>• [содержание взвешенных веществ более мг/л]</li> <li>• [содержание БПК<sub>5</sub>]</li> </ul>
⇒	по виду аэрации*: <ul style="list-style-type: none"> <li>• естественная ⇒ примечание*: [более 130 мг/дм<sup>3</sup>]</li> <li>• искусственная ⇒ примечание*: [более 330 мг/дм<sup>3</sup>]</li> <li>• [при содержании БПК<sub>5</sub> более 330 мг/дм<sup>3</sup> следует предусматривать предварительную очистку сточных вод.]</li> <li>• [для глубокой очистки необходима предварительная биологической или физико-химической очистка с БПК<sub>5</sub>]</li> </ul>
⇒	по виду аэрации*: <ul style="list-style-type: none"> <li>• естественная ⇒ примечание*: [не более 25 мг/дм<sup>3</sup>]</li> <li>• искусственная ⇒ примечание*: [не более 50 мг/дм<sup>3</sup>]</li> <li>• [перед прудами для очистки следует предусматривать решетки с прозорами не более 16 мм и отстаивание сточных вод в течение не менее 30 мин.]</li> <li>• [после прудов с искусственной аэрацией необходимо предусматривать отстаивание очищенной воды в течение 2,0–2,5 ч.]</li> <li>• [установка на нефилтрующих или слабофилтрующих грунтах.]</li> <li>• [при неблагоприятных в филтрационном отношении грунтах следует осуществлять противо-филтрационные мероприятия.]</li> <li>• [следует располагать с подветренной по отношению к жилой застройке стороны господствующего направления ветра в теплое время года.]</li> <li>• [направление движения воды в пруде должно быть перпендикулярным к господствующему направлению ветра.]</li> <li>• [биологические пруды следует проектировать не менее чем из двух параллельных секций с тремя - пятью последовательными ступенями в каждой, с возможностью отключения любой секции пруда для чистки или профилактического ремонта без нарушения работы остальных.]</li> <li>• [отношение длины к ширине пруда с естественной аэрацией должно быть не менее 20. При меньшем отношении следует предусматривать конструкции впускных и выпускных устройств, обеспечивающие движение воды по всему живому сечению пруда.]</li> <li>• [в прудах с искусственной аэрацией отношение сторон секций может быть любым, при этом аэрирующие устройства должны обеспечивать движение воды в любой точке пруда со скоростью не менее 0,05 м/с. Форма прудов в плане принимается исходя из предусматриваемого типа и конструктивных особенностей аэраторов.]</li> <li>• [отметка лотка перепускной трубы из одной ступени в другую должна быть выше дна на 0,3–0,5 м.]</li> <li>• [выпуск очищенной воды следует осуществлять через сборное устройство, расположенное ниже уровня воды на 0,15–0,20 м глубины пруда.]</li> <li>• [хлорировать воду следует, как правило, после прудов. В отдельных случаях (при длине прокладки трубопровода хлорной воды более 500 м или при необходимости строительства отдельной хлораторной и т. п.) допускается хлорирование перед прудами.]</li> <li>• [концентрация остаточного хлора в воде после контакта не должна превышать 0,25–0,50 г/м<sup>3</sup> при хлорировании перед биологическими прудами.]</li> <li>•</li> </ul>

- [рабочий объем пруда следует определять по времени пребывания в нем среднесуточного расхода сточных вод.]
  - [рекомендуется применение в пруде высшей водной растительности — камыша, рогоза, тростника и др. Высшая водная растительность должна быть размещена в последней секции пруда.]
- ⇒ *цель\**:  
[повышения глубины очистки сточной воды и снижения содержания в ней биогенных элементов (азота и фосфора)]
- ⇒ *примечание\**:  
[Допускается учитывать снижение содержания биогенных элементов (азота и фосфора) в очищенной сточной воде пропорционально выносу указанных элементов биомассой высшей водной растительности при условии ее окашивания и извлечения из биологических прудов.]
- Площадь, занимаемую высшей водной растительностью, допускается определять по нагрузке, составляющей 10 000 м<sup>3</sup>/сут на 1 га при плотности посадки от 150 до 200 растений на 1 м<sup>2</sup>]

}

**искусственно созданный водоём**

C водоём

:= [хранилище воды, созданное человеком, с целью её сохранения, накопления и дальнейшего использования]

**пруд**

:= [искусственный водоём в естественном или выкопанном углублении, а также запруженное место в реке.]

**биологическая очистка**

:= [удаление органических загрязнений под действием микроорганизмов.]

C *очистка сточных вод***аэрация**

:= [проветривание]

:= [насыщение воздухом, кислородом]

⇒ *разбиение\**:

- { • [естественная аэрация]

:= [организованный естественный воздухообмен]

- [искусственная аэрация]

:= [воздухообмен, обеспеченный оборудованием, разработанным человеком]

⇒ *разбиение\**:

- { • [пневматическая аэрация]

:= [распределение воздуха или кислородсодержащего газа под давлением по магистральным и воздухораспределительным трубопроводам к аэраторам-диспергаторам, установленным под слоем воды в аэротенках.]

- [механическая аэрация]

:= [насыщение кислородом воздуха, вовлекаемого жидкостью при вращении в ней механического аэратора]

}

}

**господствующее направление ветра**

:= [для определенной территории позиция флюгера, в которой он расположен]

**флюгер**

:= [прибор для измерения направления ветра]

C *измерительные приборы***перепускная труба**⇒ *определение\**:

[труба, которая служит для самотечного удаления талых и дождевых вод с проезжей части дорог]

⇒ *цель\**:  
[соединение участков открытых русел рек, ручьев, а также открытых водосточных лотков, быстро-  
токов]  
⊂ *труба*

### **хлорирование**

:= [способ дезинфекции и окисления органических примесей в воде]

⇒ *примечание\**:  
[используется хлор]

### **водоём**

:= [место скопления или хранения воды]

⇒ *разбиение по времени существования\**:

- {• [постоянный]  
⇒ *пояснение\**:  
[не подвержен иссушению]
- [временный]  
⇒ *пояснение\**:  
[иссушается со временем]  
⇒ *разбиение\**:  
  - {• [старица]
  - [лужа]

⇒ *разбиение по химическому составу и количеству солей\**:

- {• [солёные]
- [пресные]

⇒ *разбиение по способу образования\**:

- {• [естественные]  
⇒ *пояснение\**:  
[образованы природой]  
⇒ *разбиение по открытости\**:  
  - {• [открытые]  
⇒ *разбиение\**:  
    - {• [океан]
    - [море]
    - [река]
    - [озеро]
    - [лиман]
    - [ручей]
    - [старица]
  - [закрытые]  
⇒ *разбиение\**:  
    - {• [почвенная вода]
- [искусственные]  
⇒ *разбиение\**:  
  - {• [канал]
  - [карьер]
  - [водохранилище]
  - [пруд]
  - [запруд]
  - [бассейн]

*время пребывания воды в пруде с естественной аэрацией*

∈	измеряемый параметр
⇒	обозначение*: [tiag]
∋	сутки
∈	точная величина
⇐	единица измерения*:
∈	измерение с фиксированной единицей измерения
⇒	необходимы для определения*: <ul style="list-style-type: none"> <li>• количество последовательных ступеней пруда</li> <li>• коэффициент объемного использования каждой ступени пруда</li> <li>• коэффициент объёмного использования последней ступени пруда</li> <li>• БПК<sub>5</sub> воды, поступающей в данную ступень пруда</li> <li>• БПК<sub>5</sub> воды, поступающей в последнюю ступень пруда</li> <li>• БПК<sub>5</sub> воды, выходящей из данной ступени пруда</li> <li>• БПК<sub>5</sub> воды, выходящей из последней ступени пруда</li> <li>• остаточная БПК<sub>5</sub></li> <li>• константа скорости потребления кислорода</li> </ul>
⇒	примечание*: [K <sub>iag</sub> и K' <sub>iag</sub> принимаются для искусственных прудов с отношением длины секций к ширине 20:1 и более — 0,8–0,9; при отношении 1:1 – 3:1 или для прудов, построенных на основе естественных местных водоемов (озер, запруд и т. п.), — 0,35; для промежуточных случаев определяются интерполяцией  Для прудов глубокой очистки k, сут <sup>-1</sup> , следует принимать: для первой ступени — 0,07; для второй ступени — 0,06; для остальных ступеней пруда — 0,05–0,04; для одноступенчатого пруда — 0,06.]

**количество последовательных ступеней пруда**

∈	измеряемый параметр
⇒	обозначение*: [N]

**коэффициент объемного использования каждой ступени пруда**

∈	измеряемый параметр
⇒	обозначение*: [K <sub>iag</sub> ]

**коэффициент объёмного использования последней ступени пруда**

∈	измеряемый параметр
⇒	обозначение*: [K' <sub>iag</sub> ]

**БПК<sub>5</sub> воды, поступающей в данную ступень пруда**

∈	измеряемый параметр
⇒	обозначение*: [L <sub>en</sub> ]
∋	мг/л
∈	точная величина
⇐	единица измерения*:
∈	измерение с фиксированной единицей измерения

**БПК<sub>5</sub> воды, поступающей в последнюю ступень пруда**

∈	измеряемый параметр
⇒	обозначение*: [L' <sub>en</sub> ]
∋	мг/л
∈	точная величина
⇐	единица измерения*:
∈	измерение с фиксированной единицей измерения

**БПК<sub>5</sub> воды, выходящей из данной ступени пруда**

∈	измеряемый параметр
---	---------------------

⇒	обозначение*:
	[Lex]
Э	мг/л
∈	точная величина
⇐	единица измерения*:
∈	измерение с фиксированной единицей измерения

#### **БПК5 воды, выходящей из последней ступени пруда**

∈	измеряемый параметр
⇒	обозначение*:
	[L`ex]
Э	мг/л
∈	точная величина
⇐	единица измерения*:
∈	измерение с фиксированной единицей измерения

#### **остаточная БПК5**

∈	измеряемый параметр
⇒	обозначение*:
	[Lfin]
Э	мг/л
∈	точная величина
⇐	единица измерения*:
∈	измерение с фиксированной единицей измерения

⇒ примечание\*:  
[остаточная БПК5 обусловлена внутриводоемными процессами и принимается летом 2–3 мг/л (для цветущих прудов — до 5 мг/л), зимой — 1–2 мг/л;]

#### **константа скорости потребления кислорода**

∈	измеряемый параметр
⇒	обозначение*:
	[k]
Э	1/сутки
∈	точная величина
⇐	единица измерения*:
∈	измерение с фиксированной единицей измерения

⇒ примечание\*:  
[для производственных сточных вод устанавливается экспериментальным путем; для городских и близких к ним по составу производственных сточных вод при отсутствии экспериментальных данных k для всех промежуточных секций очистного пруда может быть принята равной 0,1 для последней ступени — 0,07 (при температуре воды 20 °C).]

#### **общая площадь зеркала воды пруда с естественной аэрацией**

∈	измеряемый параметр
⇒	обозначение*:
	[Fiag]
Э	м <sup>2</sup>
∈	точная величина
⇐	единица измерения*:
∈	измерение с фиксированной единицей измерения

⇒ необходимы для определения\*:

- расход сточных вод
- растворимость кислорода воздуха в воде
- концентрация кислорода, которую необходимо поддерживать в воде, выходящей из пруда
- величина атмосферной аэрации
- коэффициент объемного использования каждой ступени пруда
- БПК5 воды, поступающей в данную ступень пруда
- БПК5 воды, выходящей из данной ступени пруда

#### **расход сточных вод**

∈	измеряемый параметр
---	---------------------

⇒ обозначение\*:  
 [Q<sub>w</sub>]  
 ∃ м<sup>3</sup>  
 ∈ точная величина  
 ⇐ единица измерения\*:  
 ∈ измерение с фиксированной единицей измерения

#### **растворимость кислорода воздуха в воде**

∈ измеряемый параметр  
 ⇒ обозначение\*:  
 [Q<sub>a</sub>]  
 ∃ мг/л<sup>3</sup>  
 ∈ точная величина  
 ⇐ единица измерения\*:  
 ∈ измерение с фиксированной единицей измерения  
 ⇒ примечание\*:  
 [принимается по справочным данным в зависимости от температуры и атмосферного давления]

#### **концентрация кислорода, которую необходимо поддерживать в воде, выходящей из пруда**

∈ измеряемый параметр  
 ⇒ обозначение\*:  
 [C<sub>ex</sub>]  
 ∃ мг/л  
 ∈ точная величина  
 ⇐ единица измерения\*:  
 ∈ измерение с фиксированной единицей измерения

#### **величина атмосферной аэрации**

∈ измеряемый параметр  
 ⇒ обозначение\*:  
 [Γ<sub>a</sub>]  
 ∃ г/м<sup>2</sup>\*сутки  
 ∈ точная величина  
 ⇐ единица измерения\*:  
 ∈ измерение с фиксированной единицей измерения

#### **время пребывания воды глубокой очистки в пруде с искусственной аэрацией**

∈ измеряемый параметр  
 ⇒ обозначение\*:  
 [t<sub>iaг</sub>]  
 ∃ сутки  
 ∈ точная величина  
 ⇐ единица измерения\*:  
 ∈ измерение с фиксированной единицей измерения  
 ⇒ необходимы для определения\*:  
 • количество последовательных ступеней пруда  
 • БПК<sub>5</sub> воды, поступающей в данную ступень пруда  
 • БПК<sub>5</sub> воды, выходящей из данной ступени пруда  
 • остаточная БПК<sub>5</sub>

#### **динамическая константа скорости потребления кислорода**

∈ измеряемый параметр  
 ⇒ обозначение\*:  
 [k<sub>d</sub>]  
 ⇒ необходимы для определения\*:  
 • константа скорости потребления кислорода  
 • коэффициент зависящий от скорости движения воды в пруде, создаваемой аэрирующими устройствами или перемещением воды по коридорам лабиринтного типа

#### **коэффициент зависящий от скорости движения воды в пруде, создаваемой аэрирующими устройствами или перемещением воды по коридорам лабиринтного типа**

∈	измеряемый параметр
⇒	обозначение*: [β <sub>1</sub> ]
⇒	необходимы для определения*: • скорость движения воды в пруде
⇒	примечание*: [если скорость движения воды в пруде больше 0,05 м/с, то коэффициент равен 7]

**скорость движения воды в пруде**

∈	измеряемый параметр
⇒	обозначение*: [V <sub>ia</sub> g]
∋	м/с
∈	точная величина
⇐	единица измерения*: ∈ измерение с фиксированной единицей измерения

**вынос биогенных элементов азота**

∈	измеряемый параметр
⇒	обозначение*: [R <sub>N</sub> ]
∋	кг
∈	точная величина
⇐	единица измерения*: ∈ измерение с фиксированной единицей измерения
⇒	необходимы для определения*: • площадь, занятая посадками высшей водной растительности • продуктивность высшей водной растительности • содержание азота в биомассе высшей водной растительности

**площадь, занятая посадками высшей водной растительности**

∈	измеряемый параметр
⇒	обозначение*: [F <sub>p</sub> ]
∋	м <sup>2</sup>
∈	точная величина
⇐	единица измерения*: ∈ измерение с фиксированной единицей измерения

**продуктивность высшей водной растительности**

∈	измеряемый параметр
⇒	обозначение*: [b <sub>p</sub> ]
∋	кг/м <sup>2</sup>
∈	точная величина
⇐	единица измерения*: ∈ измерение с фиксированной единицей измерения

**содержание азота в биомассе высшей водной растительности**

∈	измеряемый параметр
⇒	обозначение*: [C <sub>N</sub> ]
∋	кг/кг
∈	точная величина
⇐	единица измерения*: ∈ измерение с фиксированной единицей измерения

**вынос биогенных элементов фосфора**

∈	измеряемый параметр
⇒	обозначение*: [R <sub>P</sub> ]



