

Расчет кратности разбавления сточных вод

В соответствии с "Правилами охраны поверхностных вод", все водные объекты подразделяются на два вида водопользования:

I вид – хозяйственно-питьевое и культурно-бытовое водопользование;

II вид – рыбохозяйственное водопользование.

Каждый вид водопользования разделен еще и на категории.

Хозяйственно-питьевое и культурно-бытовое водопользование

I категория – водные объекты, используемые в качестве источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также для водоснабжения предприятий пищевой промышленности.

II категория – водные объекты, используемые для купания, занятия спортом и отдыха населения.

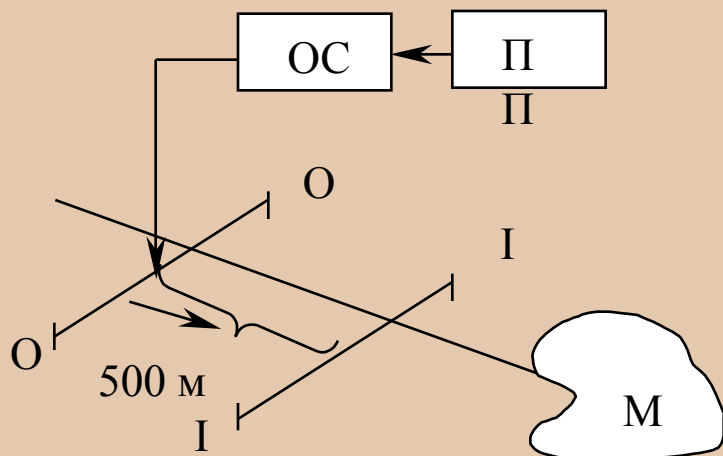
Рыбохозяйственное водопользование

Высшая категория – места расположения нерестилищ, массового нагула и зимовальных ям особо ценных и ценных видов рыб и других промысловых водных организмов;

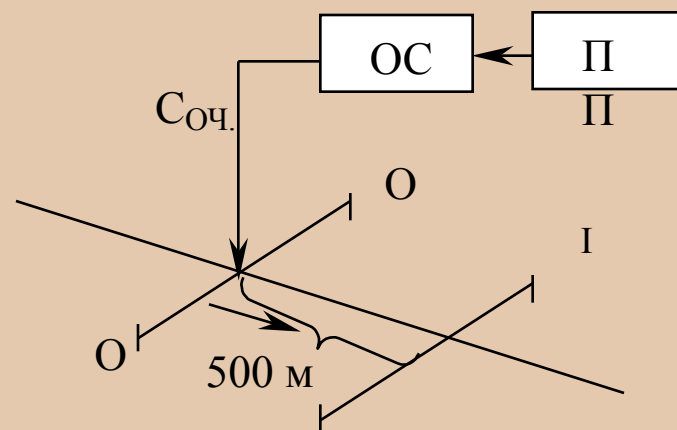
I категория – водные объекты, используемые для сохранения и воспроизводства ценных видов рыб, обладающих высокой чувствительностью к содержанию кислорода;

II категория – водные объекты, используемые для других рыбохозяйственных целей.

Для разных видов водопользования качество воды водного объекта, при сбросе в него сточных вод, в расчетном створе должно соответствовать, следующим требованиям



Ситуационная схема для водотока культурно-бытового водопользования.
 О-О – "нулевой створ",
 I-I – расчетный створ,
 М – граница населенного пункта, использующего водоток для купания и отдыха населения



Ситуационная схема для водотока рыбохозяйственного водопользования.
 О-О – нулевой створ,
 I-I – расчетный створ.
 Водоток используется в рыбохозяйственном направлении.

Основной механизм снижения концентрации загрязняющего вещества при сбросе сточных вод в водные объекты – разбавление.

В практике расчетов используют понятие – кратность разбавления

Кратность разбавления в водотоке у расчетного створа выражается зависимостью:

$$n = \frac{\gamma Q + q}{q}$$

где γ – коэффициент смешения, показывающий, какая часть воды водотока участвует в разбавлении;

q – максимальный расход сточных вод [м³/с];

Q – расчетный минимальный расход воды водотока в контрольном створе, [м³/с].

Расчет методом В.А.Фролова – И.Д.Родзиллера для водотоков

В соответствии с этим методом определяется коэффициент смешения, который находят:

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}{1 + \frac{Q}{q} e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}$$

L – расстояние по фарватеру водотока от места выпуска до расчетного створа, [м];
 α – коэффициент, зависящий от гидравлических условий смешения:

где ξ – коэффициент, зависящий от расположения выпуска сточных вод в водоток;

при выпуске у берега $\xi = 1$

при выпуске в фарватер $\xi = 1,5$;

$$\alpha = \xi \phi \sqrt[3]{\frac{D}{q}}$$

ϕ – коэффициент извилистости водотока, т.е. отношению расстояния между рассматриваемыми створами водотока по фарватеру к расстоянию по прямой;

D – коэффициент турбулентной диффузии.

Для равнинных рек и упрощенных расчетов, коэффициент турбулентной диффузии находят по формуле М.В.Потапова:

$$D = \frac{V_{cp} \cdot H_{cp}}{200}$$

где V_{cp} – средняя скорость течения водотока на интересующем нас участке между нулевыми расчетными створами, м/с;

H_{cp} – средняя глубина на этом участке, м.

Расчет необходимой степени очистки сточных вод по содержанию взвешенных веществ

Концентрацию взвешенных веществ в очищенной сточной воде, разрешенной к сбросу в водный объект определяют из выражения:

$$C_{оч} = P \left(\frac{\gamma Q}{q} + 1 \right) + C_{\phi}$$

где C_{ϕ} – концентрация взвешенных веществ в воде водного объекта до сброса сточных вод, мг/л;

P – разрешенное санитарными нормами увеличение содержания взвешенных веществ в воде водного объекта в расчетном створе

Эффективность очистки сточных вод по взвешенным веществам по формуле:

$$\varepsilon_{взв} = \frac{C_{ст} - C_{оч}}{C_{ст}} \cdot 100; \%$$

Расчет необходимой степени очистки сточных вод по вредным веществам

Эффективность очистки трудно удаляемого вещества определяется из выражения:

$$\mathcal{E}_z = \left(1 - \frac{1 - \frac{n-1}{n} \sum_1^z \frac{C_{\Phi}^z}{C_{ПДК}^z}}{\frac{1}{n} \sum_1^z \frac{C_{ст}^z}{C_{ПДК}^z}} \right) \cdot 100\%$$

Пример № 1

Планируется сбрасывать в водоток сточные воды промышленного предприятия с максимальным расходом $q = \underline{\hspace{1cm}}$ м³/с. Ниже по течению от планируемого берегового(руслового) выпуска сточных вод, на расстоянии $L' = \underline{\hspace{1cm}}$ км находится поселок М., использующий воду для купания и отдыха (или в рыбохозяйственных целях). Водоток, по данным Госкомгидромета, характеризуется на этом участке следующими показателями:

- среднемесячный расход водотока 95 % - ой обеспеченности $Q = \underline{\hspace{1cm}}$ м³/с;
- средняя глубина $H_{ср} \underline{\hspace{1cm}}$ м;
- средняя скорость течения $V_{ср} \underline{\hspace{1cm}}$ м/с;
- извилистость русла слабо выражена.

Определить кратность разбавления сточных вод в расчетном створе. Выпуск сточных вод – береговой(русловой).

Пример № 2

В водотоке с расходом $Q = \underline{\hspace{2cm}}$ м³/с после очистных сооружений сбрасываются очищенные сточные воды с расходом $q = \underline{\hspace{2cm}}$ м³/с. Концентрация взвешенных веществ в сточной воде, поступающей на очистные сооружения $C_{ст} = 250$ мг/л. Концентрация взвешенных веществ в воде водного объекта до места сброса $C_{ф} = 3$ мг/л.

Исходя из условий в соответствии с Правилами охраны поверхностных вод допустимое увеличение содержания взвешенных веществ в водном объекте после сброса сточных вод $P=0,25$ мг/л.

Определить концентрацию взвешенных веществ в сточной воде разрешенную к сбросу в данный водный объект и необходимую степень очистки.

Пример №3

Определить необходимую степень очистки производственных сточных вод от вредных веществ, если в сточных водах содержатся следующие загрязнения:

$$C_{\text{ст никеля}}=1,15 \text{ мг/л}$$

$$C_{\text{ст молибдена}}=1,1 \text{ мг/л}$$

$$C_{\text{ст мышьяка}}=0,6 \text{ мг/л}$$

Кратность разбавления сточных вод $n=6,5$.

Вода до сброса сточных вод характеризуется следующими показателями:

$$C_{\text{ф Ni}}=0,003 \text{ мг/л}, C_{\text{ф Mo}}=0,15 \text{ мг/л}, C_{\text{ф As}}=0,002 \text{ мг/л}$$

Предельно-допустимые концентрации указанных веществ:

$$C(\text{Ni})=0,1 \text{ мг/л}, C(\text{Mo})=0,5 \text{ мг/л}, C(\text{As})=0,05 \text{ мг/л}$$

№ варианта	q м ³ /с	Q м ³ /с	H _{ср} м	V _{ср} м/с	L', км	Условия выпуска	категория водопользования
1	1,3	37	2,1	2,44	3	Береговой	хозпит
2	1,3	35	2,1	2,44	2	Береговой	рыбхоз
3	1,3	30	1,2	2,44	5	Береговой	хозпит
4	1,5	38	1,2	2,15	4	Береговой	рыбхоз
5	1,5	40	1,75	2,15	3	Береговой	хозпит
6	1,7	39	1,75	2,3	4	Береговой	рыбхоз
7	1,9	42	1,59	2,4	2	Береговой	хозпит
8	2,1	45	1,3	2,46	5	Береговой	рыбхоз
9	2,1	35	1,62	2,15	4	Береговой	хозпит
10	2	30	1,48	2,46	3	Береговой	рыбхоз
11	2	38	1,48	1,4	2	Береговой	хозпит
12	2,3	30	1,3	2,15	2	Русловый	рыбхоз
13	2,3	38	1,4	2,3	5	Русловый	хозпит
14	1,7	40	1,4	2,4	4	Русловый	рыбхоз
15	1,8	39	1,2	2,46	3	Русловый	хозпит
16	1,6	45	1,75	1,4	4	Русловый	рыбхоз
17	1,6	35	1,75	2,25	2	Русловый	хозпит
18	1,5	30	1,59	2,3	5	Русловый	рыбхоз
19	1,4	38	1,3	2,46	4	Русловый	хозпит
20	1,4	42	1,62	1,4	3	Русловый	рыбхоз