

8.2.3. Осветление во взвешенном слое осадка

Расчет осветлителей следует производить с учетом годовых колебаний качества обрабатываемой воды.

При отсутствии данных технологических исследований скорость восходящего потока в зоне осветления и коэффициент распределения воды между зоной осветления и зоной отделения осадка следует принимать по следующим данным

Мутность воды, поступающей в осветлитель, мг/л	Скорость восходящего потока воды в зоне осветления v_{0CB} мм/с		Коэффициент распределения воды K_{pl}
	в зимний период	в летний период	
От 50 до 100	0,5-0,6	0,7-0,8	0,7-0,8
Св. 100 до 400	0,6-0,8	0,8-1	0,8-0,7
Св. 400 до 1000	0,8-1	1-1,1	0,7-0,65
Св. 1000 до 1500	1-1,2	1,1-1,2	0,64-0,6

Примечание - Нижние пределы указаны для

При этом нужно учитывать, что в случае применения флокулянтов при коагулировании воды скорости выпадения взвеси следует увеличивать на 15—20 %.

Для зон осветления и отделения осадка следует принимать наибольшие значения площадей, полученные при расчете для двух периодов аналогично вертикальным отстойникам.

Площадь зоны осветления $F_{\text{осв}}$, м², следует определять по формуле

$$F_{\text{осв}} = q K_{\text{р.в}} / 3,6 v_{\text{осв}},$$

$K_{\text{р.в}}$ — коэффициент распределения воды между зонами осветления и отделения осадка (осадкоуплотнителем);

$v_{\text{осв}}$ — скорость восходящего потока воды в зоне осветления, мм/с.

Площадь зоны отделения осадка $F_{\text{отд}}$, м², надлежит определять по формуле

$$F_{\text{отд}} = q (1 - K_{\text{р.в}}) / 3,6 v_{\text{осв}},$$

При установке в зоне осаждения тонкослойных блоков площадь зоны осаждения определяется исходя из удельных нагрузок, отнесенных к площади зеркала воды, занятой тонкослойными блоками: для маломутных и цветных вод, обработанных коагулянтом, $3-3,5 \text{ м}^3/(\text{ч} \cdot \text{м}^2)$; для средней мутности $3,6-4,5 \text{ м}^3/(\text{ч} \cdot \text{м}^2)$; для мутных вод $4,6-5,5 \text{ м}^3/(\text{ч} \cdot \text{м}^2)$.

Высоту слоя взвешенного осадка следует принимать от 2 до 2,5 м. Низ осадкоприемных окон или кромку осадкоотводящих труб следует располагать на 1-1,5 м выше перехода наклонных стенок зоны взвешенного осадка осветлителя в вертикальные.

Угол между наклонными стенками нижней части зоны взвешенного осадка следует принимать $60-70^\circ$.

Высоту зоны осветления следует принимать 2-2,5 м. Расстояние между сборными лотками или трубами в зоне осветления следует принимать не более 3 м. Высота стенок осветлителей должна на 0,3 м превышать расчетный уровень воды в них.

Время уплотнения следует принимать не менее 6 ч при отсутствии на станции отдельных сгустителей осадка и 2-3 ч при наличии сгустителей и автоматизации выпуска осадка.

Удаление осадка из осадкоуплотнителя следует предусматривать периодически дырчатыми трубами. Количество сбрасываемой с осадком воды следует определять по таблице 15 с учетом коэффициента разбавления осадка, принимаемого 1,5.

Удаление осадка из осадкоуплотнителя надлежит предусматривать периодически дырчатыми трубами. Количество сбрасываемой с осадком воды следует определять по табл. 19 с учетом коэффициента разбавления осадка, принимаемого 1,5.

Распределение воды по площади осветления надлежит принимать дырчатыми трубами, укладываемыми на расстоянии не более 3 м друг от друга.

Скорость движения воды при входе в распределительные трубы должна быть 0,5—0,6 м/с, скорость выхода из отверстий дырчатых труб — 1,5—2 м/с. Диаметр отверстий не менее 25 мм, расстояние между отверстиями не более 0,5 м, отверстия надлежит располагать вниз под углом 45° к вертикали по обе стороны трубы в шахматном порядке.

Скорость движения воды с осадком следует принимать в осадкоприемных окнах 10—15 мм/с, в осадкоотводящих трубах 40—60 мм/с (большие значения относятся к водам, содержащим преимущественно минеральную взвесь).

Сбор осветленной воды в зоне осветления надлежит предусматривать желобами с треугольными водосливами высотой 40—60 мм при расстоянии между осями водосливов — 100—150 мм и угле между кромками водослива 60° . Расчетная скорость движения воды в желобах 0,5—0,6 м/с.

Сбор осветленной воды из осадкоуплотнителя следует предусматривать затопленными дырчатыми трубами.

В вертикальных осадкоуплотнителях верх сборных дырчатых труб должен быть расположен не менее чем на 0,3 м ниже уровня воды в осветлителях и не менее чем на 1,5 м выше верха осадкоприемных окон.

В поддонных осадкоуплотнителях сборные дырчатые трубы для отвода осветленной воды следует располагать под перекрытием. Диаметр труб для отвода осветленной воды следует определять исходя из скорости движения воды не более 0,5 м/с, скорости входа воды в отверстия труб не менее 1,5 м/с, диаметра отверстий 15—20 мм.

На сборных трубах при выходе их в сборный канал следует предусматривать установку запорной арматуры. Перепад отметок между низом сборной трубы и уровнем воды в общем сборном канале осветлителя следует принимать не менее 0,4 м.

Потери напора, м, в перфорированных распределительных и сборных трубах и желобах для воды и осадка следует определять исходя из максимальной скорости движения воды в них по формуле

$$h = \zeta v^2 / 2g,$$

ζ — коэффициент гидравлического сопротивления, принимаемый равным: $\zeta = 2,2 / K_{\Pi}^2 + 1$ — для прямолинейной распределительной трубы или коллектора с ответвлениями с круглыми отверстиями; $\zeta = 4 / K_{\Pi}^2 + 1$ — то же, но со щелями; $\zeta = 3,3 / K_{\Pi}^{1,8}$ для прямолинейной сборной трубы, работающей полным сечением; $\zeta = 3,2 / K_{\Pi}^{1,7} + 3$ — для сборного желоба со свободной поверхностью воды и затопленными отверстиями; K_{Π} — коэффициент перфорации, $0,15 \leq K_{\Pi} \leq 2$.
 v — скорость движения воды в смесителе, принимаемая уменьшающейся от 0,7 до 0,5 м/с; g — ускорение свободного падения, м/с².

или

$$h = \zeta v_{\text{к}}^2 / 2g + v_{\text{б.о}}^2 / 2g,$$

$v_{\text{к}}$ — скорость в начале коллектора, м/с; $v_{\text{б.о}}$ — средняя скорость на входе в ответвления, м/с.

Потери напора в коммуникациях до и после перфорированных участков труб и желобов, а также местные гидравлические сопротивления на указанных участках надлежит учитывать дополнительно.

Потери напора в слое взвешенного осадка следует принимать 0,01—0,02 м вод. ст. на 1 м его высоты.

Трубы для удаления осадка из осадкоуплотнителя надлежит рассчитывать из условия отведения накопившегося осадка не более чем за 15—20 мин. Диаметр труб для удаления осадка должен быть не менее 150 мм. Расстояние между стенками соседних труб или каналов следует принимать не более 3 м.

Среднюю скорость движения осадка в отверстиях дырчатых труб следует принимать не более 3 м/с, скорость в конце дырчатой трубы не менее 1 м/с, диаметр отверстий не менее 20 мм, расстояние между отверстиями не более 0,5 м.

Угол между наклонными стенками осадкоуплотнителей следует принимать равным 70° . При применении осветлителей с поддонными осадкоуплотнителями люк, соединяющий зону взвешенного осадка с осадкоуплотнителем, должен быть оборудован устройством, автоматически открывающимся при понижении уровня воды в осветлителе ниже верха осадкоотводящих труб (при выпуске осадка и опорожнении).

При количестве осветлителей менее шести следует предусматривать один резервный.

8.2.4. Осветление воды фильтрованием

Сетчатые барабанные фильтры

Сетчатые барабанные фильтры следует применять для удаления из воды крупных плавающих и взвешенных примесей (барабанные сетки) и для удаления указанных примесей и планктона (микрофильтры).

Сетчатые барабанные фильтры следует размещать на площадке станций водоподготовки, при обосновании допускается их размещение на водозаборных сооружениях.

Сетчатые барабанные фильтры надлежит устанавливать до подачи в воду реагентов.

Количество резервных сетчатых барабанных фильтров надлежит принимать:

- | | | | | | | |
|---|---|-----|------------|---------|-----------|----------|
| 1 | — | при | количестве | рабочих | агрегатов | 1—5; |
| 2 | — | “ | “ | “ | “ | 6—10; |
| 3 | — | “ | “ | “ | “ | 11 и св. |

Установку сетчатых барабанных фильтров следует предусматривать в камерах. Допускается размещение в одной камере двух агрегатов, если число рабочих агрегатов св. 5.

Камеры должны оборудоваться спускными трубами.

В подводящем канале камер следует предусматривать переливной трубопровод.

Промывка сетчатых барабанных фильтров должна осуществляться водой, прошедшей через них.

Расходы воды на собственные нужды следует принимать: для барабанных сеток — 0,5% и микрофильтров — 1,5% расчетной производительности.

Скорые фильтры

Фильтры и их коммуникации должны быть рассчитаны на работу при нормальном и форсированном (часть фильтров находится в ремонте) режимах. На станциях с количеством фильтров до 20 следует предусматривать возможность выключения на ремонт одного фильтра, при большем количестве — двух фильтров.

Для загрузки фильтров надлежит использовать кварцевый песок, дробленые антрацит и керамзит, а также другие материалы. Все фильтрующие материалы должны обеспечивать технологический процесс и обладать требуемой химической стойкостью и механической прочностью.

Скорости фильтрования при нормальном и форсированном режимах при отсутствии данных технологических изысканий надлежит принимать с учетом обеспечения продолжительности работы фильтров между промывками, не менее: при нормальном режиме — 8—12 ч, при форсированном режиме или полной автоматизации промывки фильтров — 6 ч.

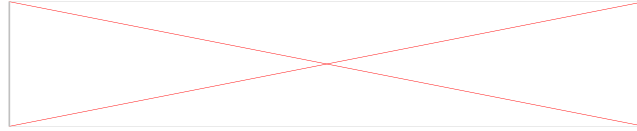
Фильтр	Характеристика фильтрующего слоя					Скорость фильтрования, м/ч		
	Материал загрузки	Диаметр зерен, мм			Коэффициент неоднородности загрузки	Высота слоя, м	при нормальном режиме V_n	при форсированном режиме V_f
		наименьших	наибольших	эквивалентный				
Однослойные скорые фильтры с загрузкой различной крупности	Кварцевый песок	0,5	1,2	0,7 - 0,8	1,8 - 2	0,7 - 0,8	5 - 6	6 - 7,5
		0,7	1,6	0,8 - 1	1,6 - 1,8	1,3 - 1,5	6 - 8	7 - 9,5
		0,8	2	1 - 1,2	1,5 - 1,7	1,8 - 2	8 - 10	10 - 12
	Дробленый керамзит	0,5	1,2	0,7 - 0,8	1,8 - 2	0,7 - 0,8	6 - 7	7 - 9
		0,7	1,6	0,8 - 1	1,6 - 1,8	1,3 - 1,5	7 - 9,5	8,5 - 11,5
		0,8	2	1 - 1,2	1,5 - 1,7	1,8 - 2	9,5 - 12	12 - 14

Фильтр	Характеристика фильтрующего слоя						Скорость фильтрования, м/ч	
	Материал загрузки	Диаметр зерен, мм			Коэффициент неоднородности загрузки	Высота слоя, м	при нормальном режиме V_n	при форсированном режиме V_f
		наименьших	наибольших	эквивалентный				
Скорые фильтры с двухслойной загрузкой	Кварцевый песок	0,5	1,2	0,7 - 0,8	1,8 - 2	0,7 - 0,8	7 - 10	8,5 - 12
	Дробленый керамзит или антрацит	0,8	1,8	0,9 - 1,1	1,6 - 1,8	0,4 - 0,5		

Примечания:

1. Расчетные скорости фильтрования в указанных пределах должны приниматься в зависимости от качества воды в источнике водоснабжения, технологии ее обработки перед фильтрованием и других местных условий. При очистке воды для хозяйственно-питьевых нужд надлежит принимать меньшие значения скоростей фильтрования.
2. Однослойные скорые фильтры с крупностью загрузки 0,8—2 мм надлежит применять только для производственного водоснабжения.
3. Допускаются отклонения в крупности загрузки фильтров в пределах до 10 %.
4. При применении фильтрующих материалов, не предусмотренных табл., рекомендуемые параметры необходимо уточнять на основании экспериментальных данных или имеющегося опыта применения.

5. Эквивалентный диаметр зерен $d_{э}$, мм, следует определять из выражения



P_i — процентное содержание фракций со средним диаметром зерен d_i , мм.

6. Коэффициент неоднородности загрузки равен:

$$K_{из} = d_{80}/d_{10},$$

где d_{10} — диаметр зерен загрузки, мм, прошедших через отверстия сит в количестве 10 % общей массы; d_{80} — диаметр зерен загрузки, мм, прошедших через отверстия сит в количестве 80 % общей массы.

7. При использовании фильтров в схемах очистки воды двухступенчатым фильтрованием скорости фильтрования на них следует принимать на 10—15 % больше.

8. При применении загрузок из дробленых керамзита и антрацита водовоздушная промывка не допускается.

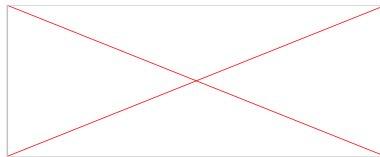
Общую площадь F_{ϕ} , м², следует определять по формуле

$$F_{\phi} = Q / (T_{\text{ст}} v_{\text{н}} - n_{\text{пр}} q_{\text{пр}} - n_{\text{пр}} \tau_{\text{пр}} v_{\text{н}}),$$

Q — полезная производительность станции, м³/сут; $T_{\text{ст}}$ — продолжительность работы станции в течение суток, ч; $v_{\text{н}}$ — расчетная скорость фильтрования при нормальном режиме, м/ч; $n_{\text{пр}}$ — число промывок одного фильтра в сутки при нормальном режиме эксплуатации; $q_{\text{пр}}$ — удельный расход воды на одну промывку одного фильтра, м³/м²; $\tau_{\text{пр}}$ — время простоя фильтра в связи с промывкой, принимаемое для фильтров, промываемых водой, — 0,33 ч, водой и воздухом — 0,5 ч.

Примечание. При водовоздушной промывке величина $q_{\text{пр}}$ определяется как сумма соответствующих величин на отдельных этапах промывки.

Количество фильтров на станциях производительностью более $1600 \text{ м}^3/\text{сут}$ должно быть не менее четырех. При производительности станции более $8\text{—}10$ тыс. $\text{м}^3/\text{сут}$ количество фильтров следует определять с округлением до ближайших целых чисел (четных или нечетных в зависимости от компоновки фильтров) по формуле



При этом должно обеспечиваться соотношение

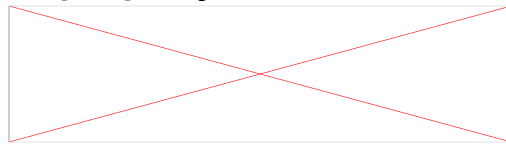
$$v_{\phi} = v_n N_{\phi} / (N_{\phi} - N_1),$$

N_1 — число фильтров, находящихся в ремонте; v_{ϕ} — скорость фильтрования при форсированном режиме.

Площадь одного фильтра надлежит принимать не более $100\text{—}120 \text{ м}^2$.

Предельные потери напора в фильтре следует принимать для открытых фильтров 3—3,5 м в зависимости от типа фильтра, для напорных фильтров — 6—8 м. Высота слоя воды над поверхностью загрузки в открытых фильтрах должна быть не менее 2 м; превышение строительной высоты над расчетным уровнем воды — не менее 0,5 м.

При выключении части фильтров на промывку скорость фильтрования на остальных фильтрах надлежит принимать постоянной или повышающейся. При работе фильтров с постоянной скоростью фильтрования надлежит предусматривать над нормальным уровнем воды в фильтрах дополнительную высоту $H_{\text{доп}}$, м, определяемую по формуле



W_0 — объем воды, м^3 , накапливающейся за время простоя одновременно промываемых фильтров; $\Sigma F_{\text{ф}}$ — суммарная площадь фильтров, м^2 , в которых происходит накопление воды.

При форсированном режиме скорости движения воды в трубопроводах (подающем и отводящем фильтрат) должны быть не более 1—1,5 м/с.

Трубчатые распределительные (дренажные) системы большого сопротивления следует принимать с выходом воды в поддерживающие слои (гравий или другие аналогичные материалы) или непосредственно в толщу фильтрующего слоя. Необходимо предусматривать возможность прочистки распределительной системы, а для коллекторов диаметром более 800 мм их ревизию.

Крупность фракций и высота поддерживающих слоев при распределительных системах большого сопротивления

Крупность зерен, мм	Высота слоя, мм
40 - 20	Верхняя граница слоя должна быть на уровне верха распределительной трубы, но не менее чем на 100 мм выше отверстий
20 - 10	100 - 150
10 - 5	100 - 150
5 - 2	50 - 100

Примечания: 1. При водовоздушной промывке с подачей воздуха по трубчатой системе высоту слоев крупностью 10—5 мм и 5—2 мм следует принимать по 150—200 мм каждый.

2. Для фильтров с крупностью загрузки менее 2 мм следует предусматривать дополнительный поддерживающий слой с размером зерен 2—1,2 мм высотой 100 мм.

На ответвлениях трубчатого дренажа следует предусматривать:

- при наличии поддерживающих слоев — отверстия диаметром 10—12 мм;
- при их отсутствии — щели шириной на 0,1 мм меньше минимального размера зерен фильтрующей загрузки.

Общая площадь отверстий должна составлять 0,25—0,5 % рабочей площади фильтра; площадь щелей — 1,5—2 % рабочей площади фильтра. Отверстия надлежит располагать в два ряда в шахматном порядке под углом 45° к низу от вертикали. Щели должны размещаться равномерно поперек оси и по периметру трубы не менее чем в два ряда.

Расстояние между осями ответвлений следует принимать 250—350 мм, между осями отверстий 150—200 мм, между щелями не менее 20 мм, от низа ответвлений до дна фильтра 80—120 мм.

Потери напора в распределительной системе следует определять по формуле

$$h = \zeta v_{\text{к}}^2 / 2g + v_{\text{б.о}}^2 / 2g,$$

$v_{\text{к}}$ — скорость в начале коллектора, м/с; $v_{\text{б.о}}$ — средняя скорость на входе в ответвления, м/с; ζ — коэффициент гидравлического сопротивления, принимаемый аналогично осветлителям во взвешенном слое осадка.

Потеря напора в распределительной системе при промывке фильтра не должна превышать 7 м вод. ст.

Площадь поперечного сечения коллектора трубчатой распределительной системы следует принимать постоянной по длине. Скорость движения воды при промывке следует принимать: в начале коллектора 0,8—1,2 м/с, в начале ответвлений 1,6—2 м/с.

Конструкция коллектора должна обеспечивать возможность укладки ответвлений горизонтально и с одинаковым шагом.

Допускается применять распределительную систему без поддерживающих слоев в виде каналов, располагаемых перпендикулярно коллектору (сбросному каналу) и перекрываемых сверху полимербетонными плитами толщиной не менее 40 мм.

Распределительную систему с колпачками надлежит принимать при водяной и воздушной промывке; количество колпачков должно быть 35—50 на 1 м² рабочей площади фильтра.

Потерю напора в щелевых колпачках следует определять по формуле

$$h = \zeta v^2 / 2g,$$

ζ — коэффициент гидравлического сопротивления, принимаемый равным 4; v — скорость движения воды, принимаемая не менее 1,5 м/с; g — ускорение свободного падения, м/с²

Для удаления воздуха из трубопровода, подающего воду на промывку фильтров, следует предусматривать стояки-воздушники диаметром 75—150 мм с установкой на них запорной арматуры или автоматических устройств для выпуска воздуха; на коллекторе фильтра надлежит также предусматривать стояки-воздушники диаметром 50—75 мм, количество которых следует принимать при площади фильтра до 50 м² — один, при большей площади — два (в начале и конце коллектора), с установкой на стояках вентиляй или других устройств для выпуска воздуха.

Трубопровод, подающий воду на промывку фильтров, надлежит располагать ниже кромки желобов фильтров.

Опорожнение фильтра необходимо предусматривать через распределительную систему и отдельную спускную трубу диаметром 100—200 мм (в зависимости от площади фильтра) с задвижкой.

Для промывки фильтрующей загрузки надлежит применять воду, очищенную на фильтрах. Допускается применение верхней промывки с распределительной системой над поверхностью загрузки фильтров.

При загрузке керамзитом интенсивность промывки следует принимать 12—15 л/(с · м²) в зависимости от марки керамзита (большие интенсивности относятся к керамзитам большей плотности).

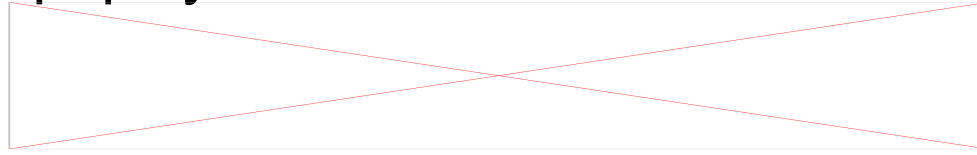
Параметры промывки водой загрузки из кварцевого песка

Фильтры и их загрузка	Интенсивность промывки, л/(с · м ²)	Продолжительность промывки, мин	Величина относительного расширения загрузки, %
Скорые с однослойной загрузкой диаметром D , мм: 0,7 - 0,8	12 - 14	6 - 5	45
	14 - 16		30
	16 - 18		25
Скорые с двухслойной загрузкой	14 - 16	7 - 6	50

Примечания:

1. Большим значениям интенсивности промывки соответствуют меньшие значения продолжительности.
2. При неподвижном устройстве для верхней промывки интенсивность ее следует принимать 3—4 л/(с · м²), напор 30—40 м. Продолжительность промывки 5—8 мин, из них 2—3 мин до проведения нижней промывки. Распределительные трубы следует располагать на расстоянии 60—80 мм от поверхности загрузки через каждые 700—1000 мм. Расстояние между отверстиями в распределительных трубах или между насадками необходимо принимать 80—100 мм. При вращающемся устройстве интенсивность промывки следует принимать 0,5—0,75 л/(с · м²), напор 40—45 м.

Для сбора и отведения промывной воды следует предусматривать желоба полукруглого или пятиугольного сечения. Расстояние между осями соседних желобов должно быть не более 2,2 м. Ширину желоба $B_{\text{жел}}$ надлежит определять по формуле

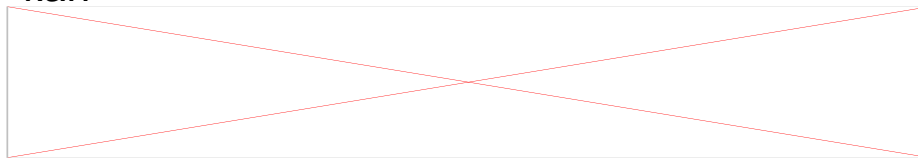


где $q_{\text{жел}}$ — расход воды по желобу, $\text{м}^3/\text{с}$; $a_{\text{жел}}$ — отношение высоты прямоугольной части желоба к половине его ширины, принимаемое от 1 до 1,5; $K_{\text{жел}}$ — коэффициент, принимаемый равным: для желобов с полукруглым лотком — 2, для пятиугольных желобов — 2,1.

Кромки всех желобов должны быть на одном уровне и строго горизонтальны.

Лотки желобов должны иметь уклон 0,01 к сборному каналу.

В фильтрах со сборным каналом расстояние от дна желоба до дна канала $H_{\text{кан}}$ следует определять по формуле



$q_{\text{кан}}$ — расходы вод по каналу, м³/с;

$B_{\text{кан}}$ — ширина канала, м, принимаемая не менее 0,7 м.

Примечание. Уровень воды в канале с учетом подпора, создаваемого трубопроводом, отводящим промывную воду, должен быть на 0,2 м ниже дна желоба.

Расстояние от поверхности фильтрующей загрузки до кромок желобов $H_{\text{ж}}$ надлежит определять по формуле



H_3 — высота фильтрующего слоя, м;

a_3 — относительное расширение фильтрующей загрузки в процентах.

Водовоздушную промывку надлежит применять для фильтров с загрузкой из кварцевого песка при следующем режиме: продувка воздухом с интенсивностью $15—20$ л/(с · м²) в течение $1—2$ мин, затем совместная водовоздушная промывка с интенсивностью подачи воздуха $15—20$ л/(с · м²) и воды $3—4$ л/(с · м²) в течение $4—5$ мин и последующая подача воды (без продувки) с интенсивностью $6—8$ л/(с · м²) в течение $4—5$ мин.

Примечания: 1. Более крупнозернистым загрузкам соответствуют большие интенсивности подачи воды и воздуха.

2. При обосновании допускается применять режимы промывки, отличающиеся от указанного.

При водовоздушной промывке воду и воздух следует подавать через распределительные системы со специальными колпачками или по отдельным трубчатым распределительным системам для воды и воздуха.

При водовоздушной промывке надлежит применять систему горизонтального отвода промывной воды с пескоулавливающим желобом, образованным двумя наклонными стенками — водосливной и отбойной.

Вода на промывку должна подаваться насосами или из бака. В зависимости от числа фильтров на станции промывные системы должны быть рассчитаны на промывку одного или нескольких фильтров одновременно. Объем промывного бака должен обеспечивать одну дополнительную промывку сверх расчетного их числа.

Напор воды для промывки фильтров следует принимать с учетом потерь напора в распределительной системе, подводящих коммуникациях промывной воды и при загрузке фильтров.

Насос для подачи воды в бак должен обеспечивать его наполнение за время не больше, чем интервалы между промывками фильтров при форсированном режиме. Забор воды насосом, подающим воду в бак, следует производить из резервуара фильтрованной воды. Допускается производить забор из трубопровода фильтрованной воды, если он не превышает 50 % расхода фильтрата.

Для промывки фильтров забор воды должен производиться из резервуаров фильтрованной воды, в которых надлежит предусматривать запас воды на одну дополнительную промывку сверх расчетного их числа.

Скорости движения воды в трубопроводах, подающих и отводящих промывную воду, следует принимать 1,5—2 м/с. Должна быть исключена возможность подсоса воздуха в трубопроводы, подающие промывную воду на фильтры, а также подпора воды в трубопроводах, отводящих промывную воду.

Крупнозернистые фильтры

Крупнозернистые фильтры следует применять для частичного осветления воды, используемой для производственных целей, с коагуляцией или без нее.

Для загрузки фильтров следует применять кварцевый песок и другие материалы, обеспечивающие технологический процесс и обладающие требуемой механической прочностью и химической стойкостью.

Материал загрузки	Крупность материала загрузки, мм	Коэффициент неоднородности, не более	Высота слоя загрузки, м	Скорость фильтрации, м/ч
Кварцевый песок	1 - 2	1,8	1,5 - 2	10 - 12

Примечание. Для частичного осветления воды допускается применение фильтров специальной конструкции с плавающей загрузкой из пенополистирола.

Напорные крупнозернистые фильтры следует рассчитывать на предельную потерю напора в фильтрующей загрузке и дренаже до 15 м, открытые — 3—3,5 м. В открытых фильтрах необходимо предусматривать слой воды над уровнем загрузки 1,5 м.

Промывку крупнозернистых фильтров надлежит предусматривать с применением воды и воздуха. Водяную и воздушную распределительные системы или объединенную водовоздушную распределительную систему надлежит рассчитывать аналогично скорым фильтрам.

Проектирование устройств для отвода промывной воды из открытых фильтров надлежит производить аналогично скорым фильтрам.

При расчете крупнозернистых фильтров надлежит принимать следующий режим промывки: взрыхление фильтрующей загрузки воздухом интенсивностью 15—25 л/(с · м²) — 1 мин; водовоздушная промывка с интенсивностью 3,5—5 л/(с · м²) воды и 15—25 л/(с · м²) воздуха — 5 мин; отмывка водой с интенсивностью 7—9 л/(с · м²) — 3 мин. Большие значения интенсивности промывки относятся к более крупной загрузке.

Площадь крупнозернистых фильтров следует определять аналогично скорым фильтрам.

При количестве фильтров до 10 следует предусматривать возможность выключения на ремонт одного фильтра, при большем количестве — двух фильтров. При этом скорость фильтрования на оставшихся в работе фильтрах не должна превышать наибольших допустимых значений.

Контактные осветители

На станциях контактного осветления воды надлежит предусматривать сетчатые барабанные фильтры и входную камеру, обеспечивающую требуемый напор воды, смешение и контакт воды с реагентами, а также выделение из воды воздуха.

Объем входной камеры должен определяться из условия пребывания воды в ней не менее 5 мин. Камера должна быть секционирована не менее чем на 2 отделения, в каждом из которых надлежит предусматривать переливные и спускные трубы.

Примечания:

1. Сетчатые барабанные фильтры надлежит располагать над входной камерой; установка их в отдельно стоящем здании допускается при обосновании.
2. Смесительные устройства, последовательность и время разрыва между вводом реагентов надлежит принимать согласно рекомендациям по проектированию реагентного хозяйства.

При этом необходимо предусматривать возможность дополнительного ввода реагента после входной камеры.

Превышение уровня воды во входных камерах над уровнем в контактных осветлителях H_y , м, следует определять по формуле

$$H_y = 0,8h_3 + h_c,$$

h_3 — предельно допустимая потеря напора в песчаном слое загрузки, принимаемая равной высоте его слоя, м; h_c — сумма всех потерь напора на пути движения воды от начала входной камеры до загрузки осветлителей, м.

Отвод воды из входных камер на контактные осветлители должен предусматриваться на отметке не менее чем на 2 м ниже уровня воды в осветлителях. В камерах и трубопроводах должна быть исключена возможность насыщения воды воздухом.

Контактные осветлители при промывке водой надлежит предусматривать без поддерживающих слоев, при промывке водой и воздухом — с поддерживающими слоями.

Показатель	Высота гравийных и песчаных слоев, м, для осветлителя	
	без поддерживающих слоев	с поддерживающими слоями
Крупность зерен гравия и песка, мм:		
40 - 20	—	0,2 - 0,25
20 - 10	—	0,1 - 0,15
10 - 5	—	0,15 - 0,2
5 - 2	0,5 - 0,6	0,3 - 0,4
2 - 1,2	1 - 1,2	1,2 - 1,3
1,2 - 0,7	0,8 - 1	0,8 - 1
Эквивалентный диаметр зерен песка, мм	1 - 1,3	1 - 1,3

Примечания: 1. Для контактных осветлителей с поддерживающими слоями верхняя граница гравия крупностью 40—20 мм должна быть на уровне верха труб распределительной системы. Общая высота загрузки должна быть не св. 3 м.
2. Для загрузки контактных осветлителей следует применять гравий и кварцевый песок, а также другие материалы, с плотностью 2,5—3,5 г/см³.

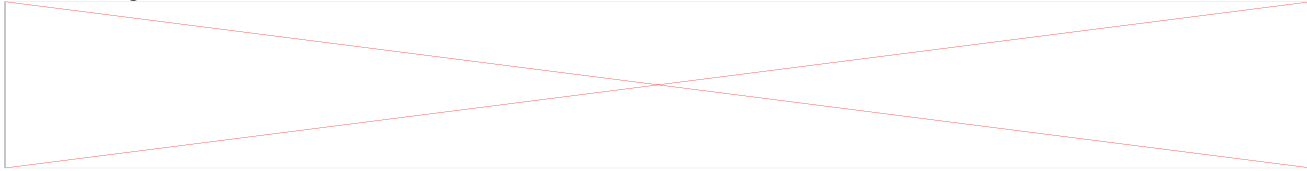
Скорости фильтрования в контактных осветлителях следует принимать:

- без поддерживающих слоев при нормальном режиме — 4—5 м/ч, при форсированном — 5—5,5 м/ч;
- с поддерживающими слоями при нормальном режиме 5—5,5 м/ч, при форсированном — 5,5—6 м/ч.

При очистке воды для хозяйственно-питьевых нужд надлежит принимать меньшие значения скоростей фильтрования.

Допускается предусматривать работу контактных осветлителей с переменной, убывающей к концу цикла скоростью фильтрования при условии, чтобы средняя скорость равнялась расчетной.

Общую площадь контактных осветлителей $F_{к.о}$, м², надлежит определять с учетом сброса первого фильтрата по формуле



$t_{ст}$ — продолжительность сброса первого фильтрата, мин.

Количество осветлителей на станции следует определять аналогично скорым фильтрам.

Для промывки следует использовать очищенную воду.

Допускается использование неочищенной воды при условиях: мутности ее не более 10 мг/л, коли-индекса — 1000 ед/л, предварительной обработки воды на барабанных сетках (или микрофильтрах) и обеззараживания. При использовании очищенной воды должен быть предусмотрен разрыв струи перед подачей воды в емкость для хранения промывной воды. Непосредственная подача воды на промывку из трубопроводов и резервуаров фильтрованной воды не допускается.

Режим промывки контактных осветлителей водой надлежит принимать

Показатель	Единица измерения	Количество
Продолжительность промывки	мин	7 - 8
Интенсивность подачи воды	л/(с · м ²)	15 - 18
Продолжительность сброса первого фильтрата при промывке водой:		10 - 12
очищенной	мин	
неочищенной	“	12 - 15

Водовоздушную промывку контактных осветлителей надлежит предусматривать со следующим режимом: взрыхление загрузки воздухом с интенсивностью 18—20 л/(с · м²) в течение 1—2 мин; совместная водовоздушная промывка при подаче воздуха 18—20 л/(с · м²) и воды 3—3,5 л/(с · м²) при продолжительности 6—7 мин; дополнительная промывка водой с интенсивностью 6—7 л/(с · м²) продолжительностью 5—7 мин.

Продолжительность сброса первого фильтрата при промывке водой, мин:

- очищенной — 5—10;
- неочищенной — 10—15.

В контактных осветлителях с поддерживающими слоями и водовоздушной промывкой надлежит применять трубчатые распределительные системы для подачи воды и воздуха и систему горизонтального отвода промывной воды.

В контактных осветлителях без поддерживающих слоев должна предусматриваться распределительная система с приваренными вдоль дырчатых труб боковыми шторками, между которыми привариваются поперечные перегородки, разделяющие подтрубное пространство на ячейки. Отверстия в дырчатых трубах следует располагать в два ряда в шахматном порядке, они должны быть направлены вниз под углом 30° к вертикальной оси трубы. Диаметр отверстий — 10—12 мм, расстояние между осями в ряду — 150—200 мм.

Распределительную систему надлежит проектировать в соответствии со следующими данными

Диаметр труб ответвлений, мм	Отношение суммарной площади отверстий к площади осветлителя, %	Расстояния, мм			
		между осями труб ответвлений	от дна осветлителя до низа шторок	от низа шторок до оси труб ответвлений	между поперечными перегородками
75	0,28 - 0,3	240 - 260	100 - 120	155	300 - 400
100	0,26 - 0,28	300 - 320	120 - 140	170	400 - 600
125	0,24 - 0,26	350 - 370	140 - 160	190	600 - 800
150	0,22 - 0,24	440 - 470	160 - 180	220	800 - 1000

Примечания:

1. Скорость движения воды на входе в трубы ответвлений при промывке надлежит принимать 1,4—1,8 м/с.
2. Большим расстояниям между осями труб соответствуют большие расстояния от дна осветлителя до низа шторок.

Каналы и коммуникации для подачи и отвода воды, баки и насосы для промывки контактных осветлителей надлежит проектировать аналогично скорым фильтрам, при этом низ патрубка, отводящего осветленную воду из контактных осветлителей, должен быть на 100 мм выше уровня воды в сборном канале при промывке.

Трубопроводы отвода осветленной и промывной воды должны предусматриваться на отметках, исключающих возможность подтопления осветлителей во время рабочего цикла и при промывках.

Для опорожнения контактных осветлителей на нижней части коллектора распределительной системы должен предусматриваться трубопровод с запорным устройством диаметром, обеспечивающим скорость нисходящего потока воды в осветлителе не более 2 м/ч при наличии поддерживающих слоев и не более 0,2 м/ч — без поддерживающих слоев. При опорожении осветлителей без поддерживающих слоев следует предусматривать устройства, исключающие вынос загрузки.

Медленные фильтры

Расчетные скорости фильтрования на медленных фильтрах надлежит принимать в пределах 0,1—0,2 м/ч, при этом скорость выше 0,1 м/ч — только на время промывки фильтра.

Количество фильтров должно приниматься не менее трех. Ширина фильтра должна быть не более 6 м, длина — не более 60 м.

Крупность зерен и высоту слоев загрузки фильтров

№ слоя сверху вниз	Загрузочны й материал	Крупность зерен, мм	Высота слоя загрузки, мм
1	Песок	0,3 - 1	500
2	“	1 - 2	50
3	“	2 - 5	50
4	Гравий или щебень	5 -10	50
5	То же	10 - 20	50
6	“	20 - 40	50

Медленные фильтры следует проектировать с механической или гидравлической регенерацией песчаной загрузки.

Расход воды на один смыв загрязнений с 1 м² поверхности загрузки фильтра надлежит принимать 9 л/с, продолжительность смыва загрязнений на каждые 10 м длины фильтра — 3 мин.

Вода на регенерацию медленного фильтра должна поступать от специального насоса или из специального бака. Допускается регенерацию фильтра предусматривать за счет форсирования производительности насосов, подающих воду на осветление, или за счет частичного использования емкости фильтров, работающих в режиме фильтрования.

Слой воды над поверхностью загрузки медленных фильтров должен приниматься 1,5 м. При наличии перекрытия над фильтрами расстояние от поверхности загрузки до перекрытия должно быть достаточным для обеспечения работ по регенерации, а также смены и отмывки загрузки.

В фильтрах следует устанавливать дренаж из перфорированных труб, кирпича или бетонных плиток, уложенных с прозорами, пористого бетона и др.

Контактные префильтры

Контактные префильтры следует применять при двухступенчатом фильтровании для предварительной очистки воды перед скорыми фильтрами (второй ступени).

Конструкция контактных префильтров аналогична конструкции контактных осветлителей с поддерживающими слоями и водовоздушной промывкой; их проектирование осуществляется аналогично контактным осветлителям. При этом площадь префильтров надлежит определять с учетом пропуска расхода воды на промывку скорых фильтров второй ступени.

При отсутствии технологических изысканий основные параметры контактных префильтров следует принимать:

- высоту слоев песка,

при крупности зерен, мм:

5 - 2

0,5 - 0,6 м

2 - 1

2 - 2,3 м

- эквивалентный диаметр

1,1 - 1,3 мм

зерен песка

- скорость фильтрования при нормальном режиме

5,5 - 6,5 м/ч

- скорость фильтрования при форсированном режиме

6,5 - 7,5 м/ч

Следует предусматривать смешение фильтрата одновременно работающих контактных префильтров перед подачей его на скорые фильтры.