

# Что такое вода?



картинки



# Водоподготовка и очистка сточных вод



# СанПиН 2.1.4.1074-01.

## Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения.

| Показатели   | Единицы измерения | Нормативы (предельно допустимые концентрации (ПДК), не более | Показатель вредности* | Класс опасности |
|--|-------------------|--|-----------------------|-----------------|
| <b>Обобщенные показатели</b>                         |                   |  |                       |                 |
| Водородный показатель                                | Единицы pH        | В пределах 6-9   |                       |                 |
| Общая минерализация (сухой остаток)                  | Мг/л              | 1000 (1500)**  |                       |                 |
| Жесткость общая                                      | Мг-экв./л         | 7,0 (10)**   |                       |                 |
| Окисляемость перманганатная                          | Мг/л              | 5,0  |                       |                 |
| Нефтепродукты, суммарно                              | Мг/л              | 0,1  |                       |                 |
| Поверхностно-активные вещества (ПАВ), анионоактивные | Мг/л              | 0,5  |                       |                 |
| Фенольный индекс                                     | Мг/л              | 0,25   |                       |                 |
| <b>Неорганические вещества</b>                       |                   |  |                       |                 |
| Алюминий (Al (3+))                                   | Мг/л              | 0,5  | С.-т.                 | 2               |
| Барий (Ba (2+))                                      | -"                | 0,1  | -"                    | 2               |
| Бериллий (Be (2+))                                   | -"                | 0,0002   | -"                    | 1               |
| Бор (В, суммарно)                                    | -"                | 0,5  | -"                    | 2               |
| Железо (Fe, суммарно)                                | -"                | 0,3 (1,0)**  | Орг. 3                | 3               |
| Кадмий (Cd, суммарно)                                | -"                | 0,001  | С.-т.                 | 2               |
| Марганец (Mn, суммарно)                              | -"                | 0,1 (0,5)**  | Орг.                  | 3               |
| Медь (Cu, суммарно)                                  | -"                | 1,0  | -"                    | 3               |
| Молибден (Mo, суммарно)                              | -"                | 0,25   | С.-т.                 | 2               |
| Мышьяк (As, суммарно)                                | -"                | 0,05   | С.-т.                 | 2               |
| Никель (Ni, суммарно)                                | Мг/л              | 0,1  | С.-т.                 | 3               |
| Нитраты (по (3-))                                    | -"                | 45   | С.-т.                 | 3               |
| Ртуть (Hg, суммарно)                                 | -"                | 0,0005   | С.-т.                 | 1               |
| Свинец (Pb, суммарно)                                | -"                | 0,3  | -"                    | 2               |
| Селен (Se, суммарно)                                 | -"                | 0,1  | -"                    | 2               |
| Стронций (Sr (2+))                                   | -"                | 7,0  | -"                    | 2               |
| Сульфаты (SO4 (2-))                                  | -"                | 500  | Орг.                  | 4               |
| Фториды (F (-))                                      | -"                |  |                       |                 |
| <b>Для климатических районов</b>                     |                   |  |                       |                 |
| - II   | -"                | 1,5  | С.-т.                 | 2               |
| - III  | -"                | 1,2  |                       | 2               |
| Хлориды (Cl (-))                                     | -"                | 350  | Орг.                  | 4               |
| Хром (Cr (6+))                                       | -"                | 0,05   | С.-т.                 | 3               |
| Цианиды (CN <sup>-</sup> )                           | -"                | 0,035  | -"                    | 2               |
| Цинк (Zn (2+))                                       | -"                | 5,0  | Орг.                  | 3               |
| <b>Органические вещества</b>                         |                   |  |                       |                 |
| Гамма-ГЦХЗ (линдан)                                  | -"                | 0,002****  | С.-т.                 | 1               |
| ДДТ (сумма изомеров)                                 | -"                | 0,002****  | -"                    | 2               |
| 2,4-Д  | -"                | 0,03****   | -"                    | 2               |

# ПДК загрязняющих веществ, для сброса сточных вод в водоемы, Приказ Росрыболовства №20 от 18.01.2010

| Показатели                | Пример (из реальных проектов) анализа воды до установки | ПДК, Приказ Росрыболовства №20 18/01/2010          |
|---------------------------|---|--|
| 1                         | 2   | 3  |
| Обобщённые показатели     |   |  |
| Водородный показатель, pH | 2-11  | 6-9  |
| Жиры (жироподобные), мг/л | 51  | индивидуально                                      |
|                           |   |  |
| БПК5, мгО2/дм             | 10735   | индивидуально                                      |
| ХПК, мгО2/дм              | 21480   | индивидуально                                      |
|                           |   |  |
| Азот аммония, мг/л        | 333   | 0,5 (в пересчете на азот 0,4);<br>2,9** при 13-34% |
| Алюминий, мг/л            | 5   | 0,04   |
| Аммиак, мг/л              | 5   | 0,05   |
| Взвешенные вещества, мг/л | 125   | индивидуально                                      |
| Железо общее, мг/л        | 1034  | 0,1<br>0,05**                                      |
| Кадмий, мг/л              | 5   | 0,005<br>0,01**                                    |
| Кальций, мг/л             | 1022  | 180<br>610** при 13-18%                            |
| Красители (группа), мг/л  | 6   | 0,0001-0,5   |
| Магний, мг/л              | 2437  | 40<br>940** при 13-18%                             |

|                     |       |  |
|---------------------|-------|--|
| Марганец, мг/л      | 21    | 0,01<br>0,05**   |
| Медь, мг/л          | 1     | 0,001<br>0,005**   |
| Молибден, мг/л      | 5     | 0,001  |
| Нефтепродукты, мг/л | 54,1  | 0,05   |
| Никель, мг/л        | 5     | 0,01<br>0,01**   |
| Нитраты, мг/л       | 2009  | 40   |
| Азот нитратов, мг/л | 20    | 9  |
| Нитриты, мг/л       | 2103  | 0,08   |
| Азот нитритов, мг/л | 67    | 0,02   |
| ПАВ, мг/л           | 107   | индивидуально  |
| Ртуть               | 5     | отсутствие (0,00001)<br>0,0001**                                 |
| Сульфаты, мг/л      | 857   | 100<br>3500** при 12-18%   |
| Свинец              | 0,025 | 0,006<br>0,01**  |
| Фосфор фосфатов     | 28    | индивидуально  |
| Фосфаты, мг/л       | 112   | 0,05 - олиготроф. водоемы<br>0,15 - мезотроф.<br>0,2 - эвтрофные |
| Хлорид, мг/л        | 3031  | 300<br>11900** при 12-18%  |
| Хром (VI), мг/л     | 5     | 0,02   |
| Цианиды, мг/л       | 21    | 0,05   |
| Цинк, мг/л          | 1,08  | 0,01<br>0,05**   |

# ПДК загрязняющих веществ, для сброса сточных вод в городскую

## канализацию

### Общие требования

### ПДК вредных веществ, принимаемых в городскую канализацию в г. Москве и Зеленограде

| Показатель состава и свойств сточных вод | Максимально допустимое значение |
|--|---------------------------------|
| Взвешенные вещества, мг/л                | 500                             |
| Зольность взвешенных веществ, %          | 30                              |
| БПК полн., мг/л                          | 500                             |
| ХПК, мг/л                                | 800                             |
| Активная реакция среды pH в пределах     | От 6,5 до 8,5                   |
| Температура, град. С                     | Не выше +40                     |
| Порог цветности                          | 1:16                            |
| Плотный остаток, мг/л                    | 2000                            |
| В том числе, мг/л:                       |                                 |
| - хлориды                                | 350                             |
| - сульфаты                               | 500                             |
| - эфирозвлекаемые вещества               | 20                              |

### ПРАВИЛА ПРИЕМА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД В МОСКОВСКУЮ ГОРОДСКУЮ КАНАЛИЗАЦИЮ (ВРЕМЕННЫЕ)

Утверждены  
решением  
исполкома Моссовета  
от 20 января 1984 г. N 127

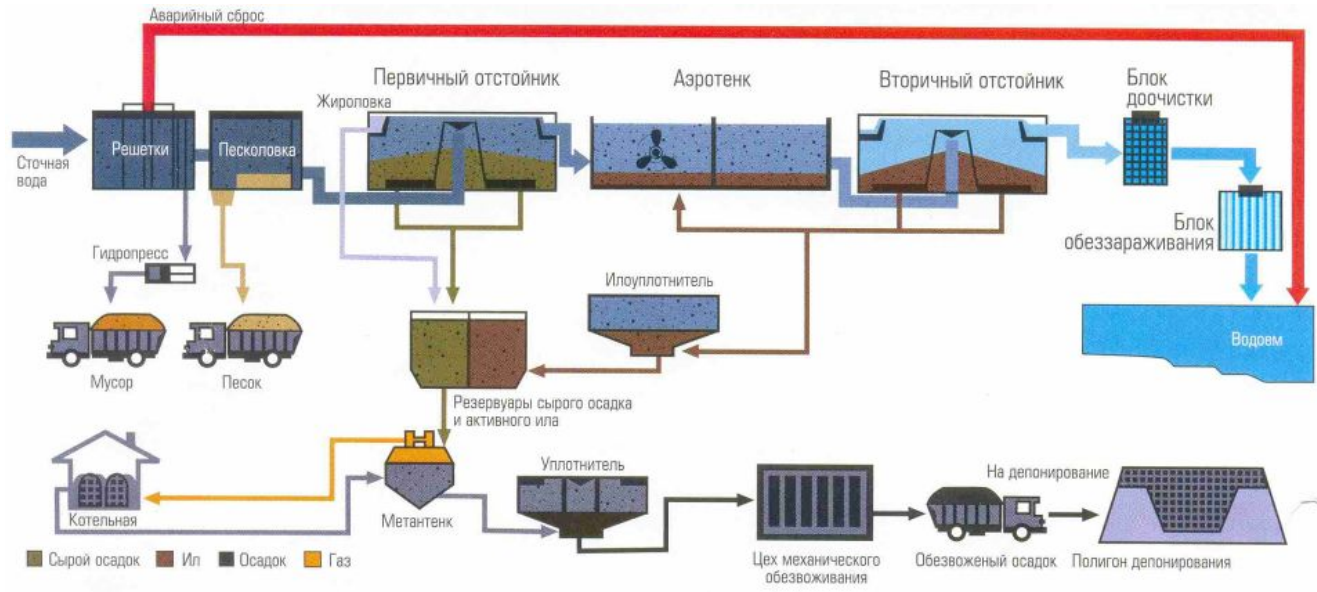
| Наименование веществ | ПДК, мг/г |            |
|----------------------|-----------|------------|
|                      | Москва    | Зеленоград |
| 1. Хром 3+           | 1         | 1          |
| 2. Хром 6+           | 0,1       | 0,1        |
| 3. Медь              | 0,5       | 1          |
| 4. Железо            | 3         | 3          |
| 5. Цинк              | 2         | 5          |
| 6. Никель            | 0,5       | 0,2        |
| 7. Кадмий            | 0,01      | 0,003      |
| 8. Кобальт           | 0,3       | -          |
| 9. Свинец            | 0,1       | 0,03       |
| 10. Мышьяк           | 0,05      | 0,035      |
| 11. Ртуть            | 0,005     | 0,03       |
| 12. Гидрохинон       | 2         | -          |
| 13. Формальдегид     | 0,55      | -          |
| 14. Стронций         | 2         | -          |
| 15. Молибден         | 0,5       | -          |
| 16. Алюминий         | 1         | -          |
| 17. Ванадий          | 1,2       | -          |

|  |            |      |
|--|------------|------|
| 18. Олово  | 4          |      |
| 19. Цианиды  | 0,1        | 0,1  |
| 20. Фториды  | 1,5        | 1,5  |
| 21. Серебро  | 0,05       | -    |
| 22. Титан  | 1,85       | 0,12 |
| 23. Марганец   | 2          | -    |
| 24. Сурьма   | -          | 0,06 |
| 25. Барий  | 4          | -    |
| 26. Нефтепродукты  | 4          | 4    |
| 27. Стирол   | 1          | -    |
| 28. Фенолы   | 0,01       | -    |
| 29. Дихлорэтан   | Отсутствие |      |
| 30. Дихлорметан  | Отсутствие |      |
| 31. Перхлорэтилен  | Отсутствие |      |
| 32. СПАВ, биологически мягкие (окисляющиеся на сооружениях биологической очистки на 80-90%), анионные и неионогенные СПАВ, биологически жесткие (ОП-7, ОП-10 и т.п.) | 2,5        | 2,5  |
| 33. Жиры   | 20         | -    |
| 34. Азот аммонийных солей (от свиновосхозов)   | -          | 20   |
| 35. Фосфаты (от свиновосхозов)   | -          | 4    |

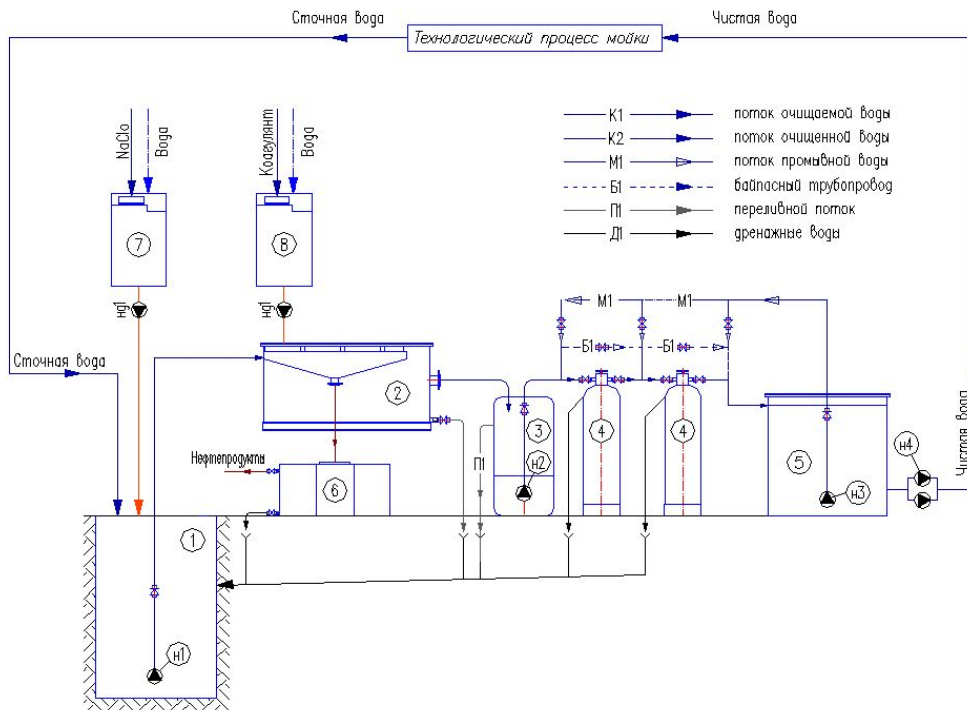
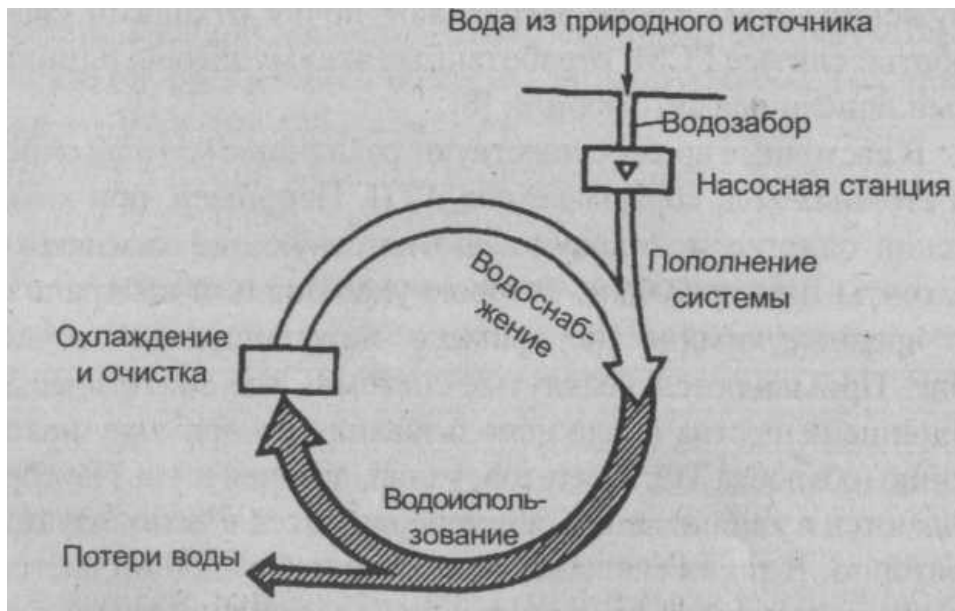
# Системы водоподготовки



# Системы очистки сточных вод



# Замкнутое водоснабжение





# Классификация способов очистки воды

## Механическая очистка воды

**Механическая очистка воды** предназначена для очистки сточных вод от взвешенных веществ, она делится на следующие виды: процеживание, отстаивание, обработку в поле действия центробежных сил, фильтрование.

## Физико-химическая очистка воды

**Физико-химические методы очистки.**

флотация, сорбция, обезжелезивание, нейтрализация, ионообменная и электрохимическая очистка, гиперфильтрация экстракция, эвапорация, выпаривание, испарение и кристаллизация.

## Биологическая очистка воды подробно

Биологическую очистку применяют для выделения тонкодисперсных и растворенных органических веществ. Биологическими способами сточные воды очищают:

на полях фильтрации; на полях орошения; в биологических прудах; на биологических фильтрах; в аэротенках; в окситенках.

# Механическая очистка воды

Механическая очистка – это выделение из воды находящихся в ней нерастворенных грубодисперсных примесей, имеющих минеральную и органическую природу.

Основные способы механической очистки:

1. процеживание – задержание наиболее крупных загрязнений и частично

взвешенных веществ на решетках и ситах;

2. отстаивание – выделение из сточных вод взвешенных веществ под действием

силы тяжести на песколовках (для выделения минеральных примесей),

отстойниках (для задержания более мелких оседающих и всплывающих примесей), а также нефтеловушках, масло- и смолоуловителях.

Разновидно-

стью этого метода является центробежное отстаивание, используемое в гид-

роциклонах и центрифугах;

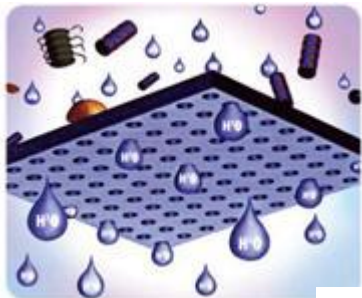
3. фильтрование – задержание очень мелкой суспензии во взвешенном

# Процеживание

**Процеживание** – это процесс извлечения довольно крупных включений из жидкости при прохождении ее через решетки, сетки, ткани, пористые материалы и т.д.

Процесс процеживания осуществляется в двух вариантах:

- 1. На поверхности.** При поверхностном процеживании из воды извлекаются все частицы, превышающие размеры пор фильтрующей основы или пор, формируемых задержанными частицами, которые сами образуют фильтрующий слой.
- 2. В глубине фильтрующего материала.** Отложение взвешенных веществ в порах фильтрующей основы (объемное фильтрование) происходит, если их размер меньше размера пор и траектория движения частиц приводит к их контакту с поверхностью поровых каналов. Этому способствуют: диффузия за счет броуновского движения; прямое столкновение; инерция частиц; прилипание за счет ван-дер-ваальсовых сил; осаждение под действием гравитационных сил; вращательное движение под действием гидродинамических сил.

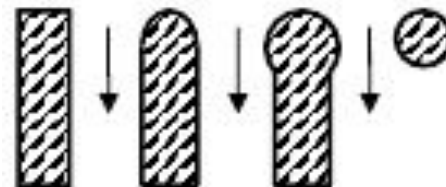
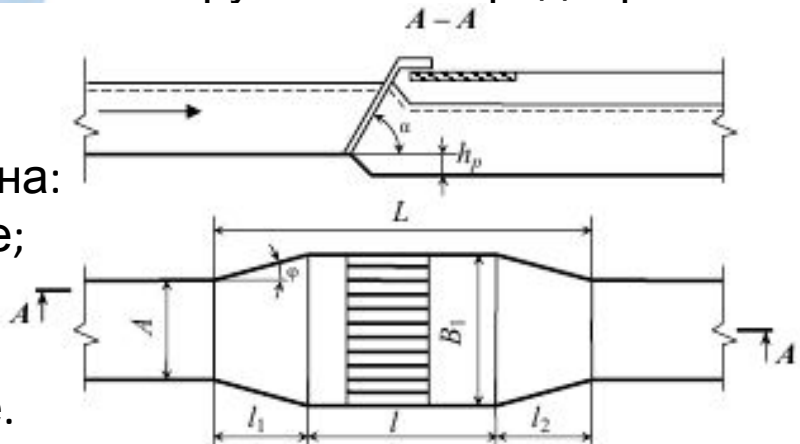


# Решетки

Решетки применяются для задержания из сточных вод крупных и волокнистых материалов и являются сооружениями предварительной очистки.

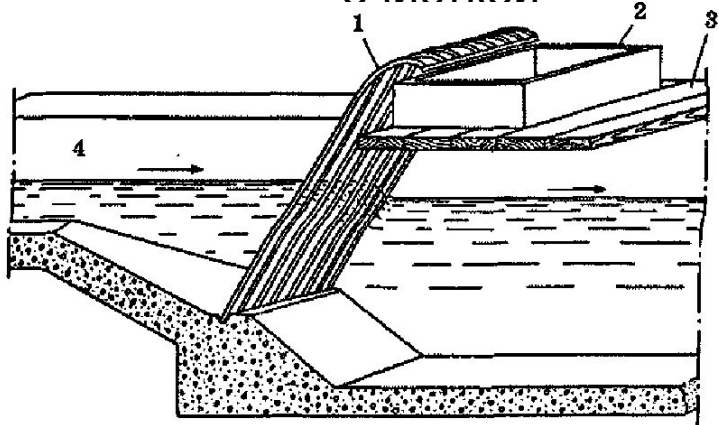
Решетки подразделяются на:

1. Вертикальные;
2. Наклонные;
3. Подвижные ;
4. Неподвижные.

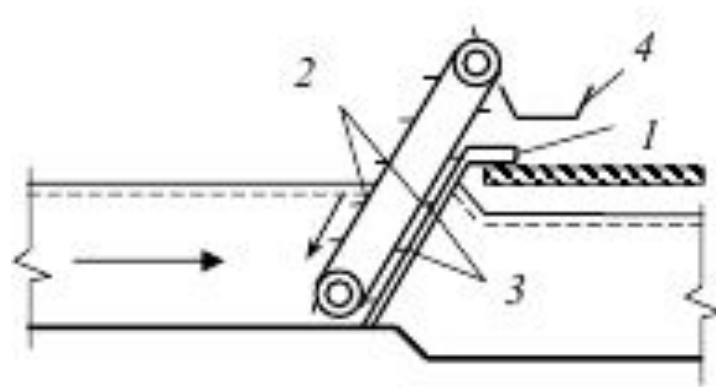


Сечение стержней решеток

Схема решетки с ручной очисткой



Решетки устанавливаются в расширенных каналах, называемых



Решетка с механическими граблями

1 – решетка; 2 – бесконечная цепь;  
3 – грабли; 4 – конвейер



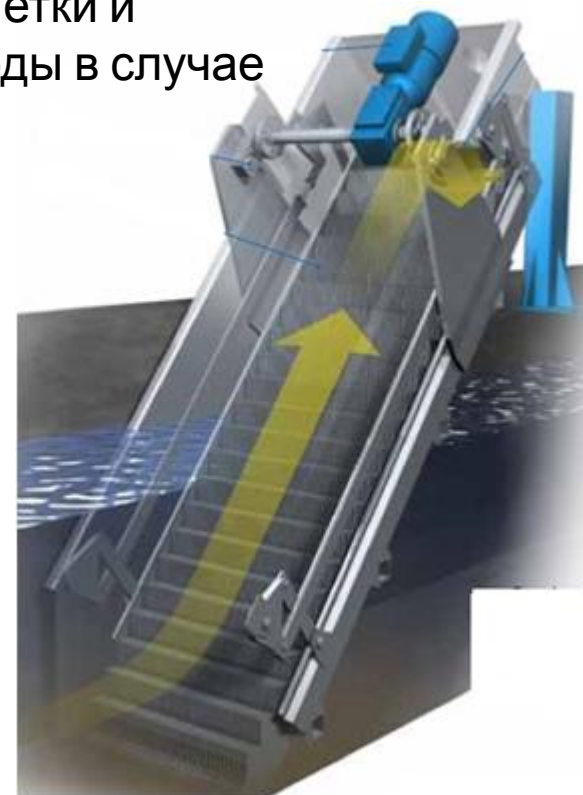
Размер решеток определяется из условия обеспечения в прозорах решеток оптимальной скорости 0,8–1,0 м/с при максимальном расходе сточных вод.

Скорость течения воды в канале 0,6–0,8 м/с. Дополнительно устанавливаются 1–2 резервные решетки и предусматривают обводной канал для пропуска воды в случае аварийного засора решеток.

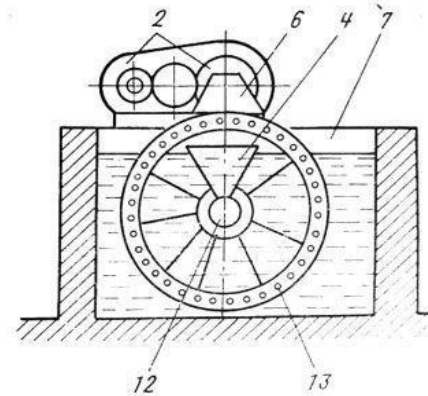
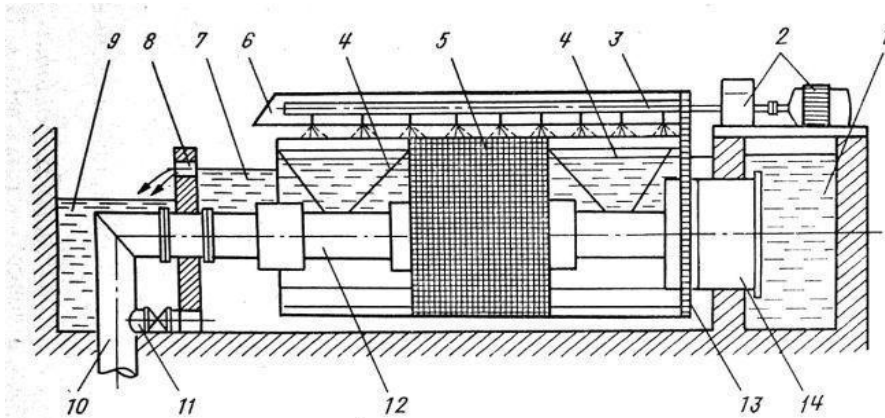
Количество отбросов, задерживаемых на решетках – 16–50 л на 1000 м<sup>3</sup> воды, их влажность равна 80%, зольность – 7–8%, плотность – около 750 кг/м<sup>3</sup>.

| Ширина прозоров, мм                       | 16–20 | 25–30 | 40–50 | 60–80 | 90–125 |
|---|-------|-------|-------|-------|--------|
| Удельное количество отбросов, л/(год·чел) | 8     | 3     | 2,3   | 1,6   | 1,2    |

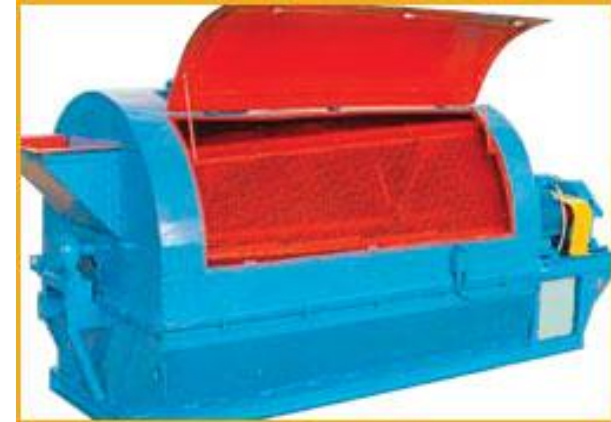
Табл. Удельное количество задерживаемых отбросов зависит от ширины прозоров решеток



# Барабаннныя сита (сетки)



**Обозначения** 9, 1 — канал профильтрованной и исходной воды; 10 — отвод промывной воды; 13 — передаточный механизм; 8 — окна отвода фильтрата; 7 — камера; 12 — осевой трубопровод барабана с воронками 4 для сбора промывной воды; 3 — промывное устройство; 6 — ограждение из оргстекла; 2 — электропривод для вращения барабана; 14 — ввод исходной воды во внутрь барабана; 11 — опорожнение; 5 — фильтрующие элементы барабана.



# Расчет решеток

## 1. Решетки с механизированной очисткой

1. По таблицам гидравлического расчета каналов прямоугольного сечения в соответствии с максимальным секундным расходом сточной воды и скоростью течения воды принимаются размеры подводящего канала перед решетками, его уклон и наполнение.

2. Определяется необходимое число прозоров в решетках  $n$ :

$$n = \frac{K_{\text{см}} q_{\text{max}}}{h_{\text{к}} \cdot v_{\text{р}} \cdot b}, \text{ шт.},$$

3. Рассчитывается общая ширина решеток

$$B_{\text{р}} = S(n-1) + b \cdot n, \text{ м.},$$

4. В соответствии с найденной шириной по таблицам выбирается марка решеток и их количество. Выписываются все необходимые характеристики. Назначается число резервных решеток.

Количество резервных решеток

| Тип решетки                        | Число решеток |           |
|------------------------------------|---------------|-----------|
|                                    | рабочих       | Резервных |
| С механизированной очисткой:       |               |           |
| - с прозорами 16–20 мм             | 1–3; больше 3 | 1; 2      |
| - с прозорами свыше 20 мм          | 1 и больше    | 1         |
| Решетки-дробилки, устанавливаемые: |               |           |
| - на трубопроводах                 | 1–3           | 1         |
| - на каналах                       | 1–3; больше 3 | 1; 2      |

5. Проверяется скорость воды в прозорах решетки

$$v_p = \frac{K_{cm} q_{max}}{h_k \cdot n_1 \cdot b \cdot N}, \text{ м/с,}$$

Скорость  $v_p$  должна быть примерно в пределах 0,8–1 м/с. Если это условие не соблюдается, принимают другую марку решетки или их количество

6. Рассчитывается величина уступа в месте установки решетки

$$h_p = \zeta_p \frac{v_p^2}{2g} P, \text{ м,} \quad \zeta_p = \beta \cdot \sin \alpha \cdot \left( \frac{s}{b} \right)^{4/3},$$

7. Рассчитывается количество  $W_{отб}$ , масса снимаемых отбросов за сутки

и в час

$$W_{отб} = q_{отб} N_{пр} / 365\,000, \text{ м}^3/\text{сут};$$

$$P_{отб} = 750 W_{отб} / 1000, \text{ т/сут};$$

$$P'_{отб} = 1000 P_{отб} K / 24, \text{ кг/ч,}$$

8. Исходя из рассчитанной массы отбросов, подбирается марка и количество дробилок.

9. Определяется количество технической воды, подводимой к дробилкам:

$$Q_{отб} = 40 P'_{отб}, \text{ м}^3/\text{ч.}$$