

Глава 10

СООРУЖЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

10.1. РЕШЕТКИ

Содержащиеся в сточных водах крупноразмерные (более 1 см) отбросы, являющиеся отходами хозяйственно-бытовой и производственной деятельности, представляют собой остатки пищи, упаковочные материалы, бумагу, тряпье, санитарно-гигиенические, полимерные и волокнистые материалы. В процессе транспортирования по водоотводящим сетям крупноразмерные отбросы адсорбируют содержащиеся в сточных водах органические соединения, жиры. Образующийся на поверхности отбросов адгезионный слой способствует налипанию на них значительного количества песка, шлаков и других минеральных частиц. Таким образом, формируются многокомпонентные крупноразмерные органико-минеральные составляющие отбросов, осредненная плотность которых близка к плотности воды, что облегчает последующий пронос песка через песколовки на крупноразмерных загрязнениях, проскакивающих через решетки.

Песок, проносимый на крупноразмерных органических загрязнениях через песколовки, выпадает в осадок в первичных отстойниках, что затрудняет выгрузку осевшего осадка, его перекачку по илопроводам и выгрузку сброженного осадка из метантенков. Кроме того, легкие плавающие отбросы, проходя через отстойники, осложняют работу сооружений доочистки или выносятся с очищенными водами в водоемы, что недопустимо.

Таким образом, эффективное удаление крупноразмерных загрязнений из сточных вод при их прохождении через решетки позволит обеспечить нормальную эксплуатацию песколовок, первичных отстойников, метантенков и трубопроводов подачи осадков на метантенки, а также повысить качество очистки стоков.

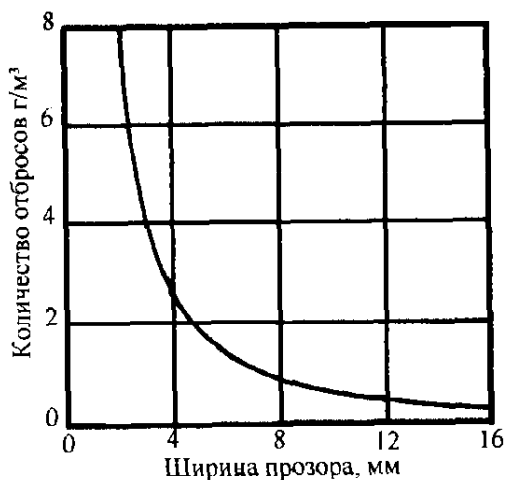


Рис. 10.1. Зависимость массы задержанных отбросов от ширины прозоров решетки

Вместе с тем дать прямую количественную оценку концентрации крупноразмерных загрязнений в сточной воде весьма затруднительно, так как практически невозможно отобрать пробы сточной воды с содержанием крупных отбросов, равных их средневзвешенной концентрации в общем объеме сточных вод. Поэтому о содержании крупноразмерных загрязнений в сточных водах судят косвенным методом по количеству отбросов, задержанных на решетках с различной шириной прозоров (рис. 10.1). Анализ приведенных эксплуатационных данных показывает 15-20 - кратное возрастание массы снятых загрязнений с эксперимен-

талльных решеток с минимальной шириной прозоров 1,5–2,0 мм, по сравнению с широкораспространенными решетками с прозорами 16 мм. Учитывая, что на решетках с прозорами 1,5–2,0 мм задерживаются практически все крупноразмерные загрязнения, массу снятых с них отбросов можно принять за их полное содержание в сточной воде.

Базируясь на приведенных выше эксплуатационных данных МГП «Мосводоканал», оценочная норма вносимых от 1 жителя крупноразмерных загрязнений составляет порядка 20 г/чел сут.

Решетки являются первым элементом всех технологических схем очистки сточных вод. Они устанавливаются в уширенных каналах перед песколовками. О классификации решеток в зависимости от их конструктивного решения можно судить по данным, приведенным в табл. 10.1.

Таблица 10.1

Характеристика решеток и сит

Параметр	Тип решетки (сита)*						
	МГ	РМН	RS-16	RS-35	РДГ	РСФ-01	СЗС
Ширина решетки, мм	2100	2100	1200	1900	1200	1455	3000
Ширина фильтрующей части, мм	810	728; 810	850	1500	950	950	2560
Высота от дна, мм	4500	4500	3300	3500	2500	3252	3000
Длина, мм	2600	2660	1800	1800	1800	1480	6680
Высота выгрузки от пола, мм	900	900	450	450	1500	2070	800
Максимальная глубина канала, мм	3000	3000	1000	3000	1000	1000	4200
Ширина прозоров, мм	16; 12	10; 6	5	3	10	4	1,4
Толщина фильтрующих пластин, мм	10	10	3	3	10	3	
Масса, кг	4500	3750	900	4300	2100	2400	
Максимальный уровень жидкости перед решеткой, мм	2000	2000	600	2000	600	600	3000
Мощность электродвигателя, кВт	1,5	0,75	1,1	4,0	0,85	1,5	1,5

* МГ - механические грабли,
 РМН - решетки механизированные наклонные,
 RS - решетка ступенчатая механическая фирмы "MEVA",
 РДГ - решетка дуговая гидравлическая,
 РСФ-01 - решетка ступенчатая механическая,
 СЗС - плоское щелевое сито

В большинстве конструкций решетки выполняют из расположенных параллельно друг другу стальных стержней различного сечения, закрепленных в раме для обеспечения их жесткости. Загрязнения, задерживаемые на стержнях при процеживании сточной воды, снимают механическими граблями, которые могут быть расположены перед или после стержней. На рис. 10.2 приведена схема зарубежной решетки с тонкими стержнями из высококачественной нержавеющей стали. Клиновидное сечение стержней

имеет размеры 4x10 мм. Стержни жестко закреплены в придонной части канала и свободны сверху. Установленные на бесконечном гибком приводе грабли снимают загрязнения со стержней и сбрасывают их на транспортер, расположенный за решетками. Кроме транспортеров применяют также спиральные шнеки и системы гидротранспорта отбросов. Решетки выпускаются с шириной прозоров от 1 до 50 мм и рабочей шириной от 338 до 1200 мм.

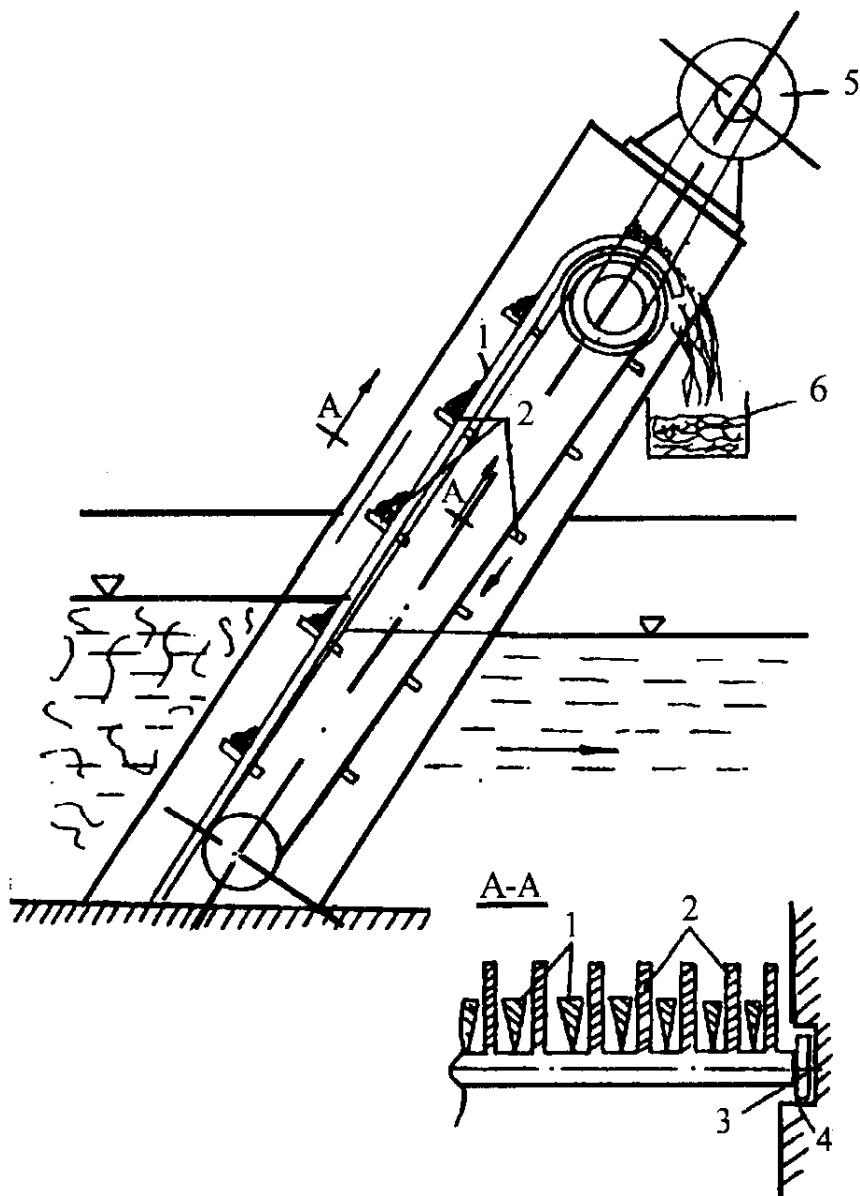


Рис. 10.2. Схема решетки фирмы «Джоунс энд Аттвуд» (Великобритания):
 1 - профиль стержней; 2 - грабли; 3 - опора грабель; 4 - направляющая опоры грабель; 5 - двигатель; 6 - транспортер

Размер решеток определяется из условия обеспечения в прозорах скорости движения сточной воды $V_p = 0,8 - 1,0$ м/с при максимальном притоке на очистные сооружения. При скорости более 1,0 м/с уловленные загрязнения продавливаются через решетки. При скорости менее 0,8 м/с в уширенной части канала перед решеткой начинают выпадать в осадок крупные фракции песка и возникает необходимость их удаления.

Для решеток с прозорами шириной b , м, справедливо соотношение:

$$q = \omega \cdot V_p = b \cdot h \cdot n \cdot V_p, \text{ м}^3/\text{с} \quad (10.1)$$

где q - максимальный расход сточных вод; ω - площадь живого сечения прозоров всей решетки, м^2 ; h - глубина воды перед решеткой, м; n - число прозоров.

Количество прозоров в решетках, необходимых для пропуска поступающих сточных вод, составит:

$$n = q \cdot K_{ст} / b \cdot h \cdot V_p, \quad (10.2)$$

где $K_{ст} = 1,05 - 1,1$ - коэффициент, учитывающий стеснение потока механическими граблями.

Общая ширина решеток равна:

$$B = S(n-1) + b \cdot n, \text{ м} \quad (10.3)$$

где S - толщина стержней.

Исходя из общей ширины решеток, подбирают необходимое количество рабочих решеток (табл. 10.1). Дополнительно устанавливают 1-2 резервные решетки и предусматривают устройство обводной линии для пропуска воды в случае аварийного засора решеток.

Решетки размещают в отдельном отапливаемом помещении ($t_{расч.} = 16^\circ\text{C}$) с кратностью обмена воздуха 5.

Между решетками для их обслуживания предусматривают проходы не менее 1,2 м. Пол здания располагают не менее, чем на 0,5 м выше расчетного уровня воды в канале.

Для снижения объема отбросов, снимаемых с решеток, целесообразно использовать гидравлические пресс-транспортеры (табл. 10.2).

Таблица 10.2

Характеристика транспортеров

Тип и марка пресс-транспортера	Производитель	Производительность пресс-транспортера, $\text{м}^3/\text{ч}$	Усилие прессования, $\text{кгс}/\text{см}^2$	Высота подачи, м	Мощность э/двигателя, кВт
ЧШ 14	Разработка МВК НИИ-Ипроект	0,9	80	15	4,0
ГПТ-4М	АКХ им. Памфилова	4,0	100	15	5,5
ПТ.000	ЦКБ ТМ	5,0	80	15	10,0

Низкая технологическая эффективность ранее широко распространенных решеток МГ привела Курьяновскую станцию аэрации (КСА) к ор-

ганизации производства решеток РМН (рис. 10.3, прозоры 6 мм) с постепенной их установкой вместо решеток МГ, как на КСА, так и на Люберецкой станции аэрации (ЛБСА). В результате замены решеток объемы задержанных загрязнений увеличились в 5-6 раз.

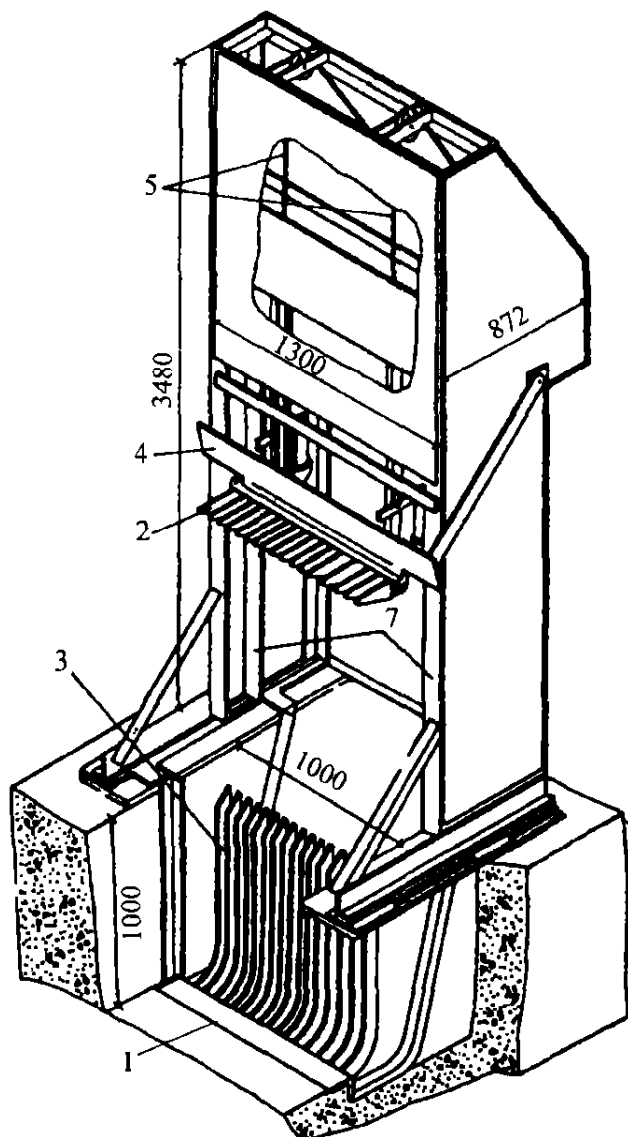


Рис. 10.3. Решетки с прозорами 6мм (продольный разрез):

1 - подводящий канал; 2 - грабли; 3 - стержни решетки; 4 - сбрасыватель; 5 - канат

(производительность этих сооружений составляет около 35 % общей производительности КСА). Несмотря на проведенные усовершенствования, барабанные сетки обладали серьезными недостатками, к основным из которых можно отнести: невозможность выделения задерживаемых примесей, удаляемых с промывной водой, невысокая производительность, проблемы с коррозией.

В 1993-97 годах на КСА было разработано, испытано и освоено в производстве новое процеживающее устройство – механизированное плоское щелевое сито, собираемое на соединительных шпильках из колосников трапециевидного сечения.

Однако, внедрение решеток типа РМН тем не менее не позволило полностью выделить из сточных вод все грубодисперсные примеси.

Работа по совершенствованию существующих технологических схем очистки была продолжена по двум основным направлениям:

- разработка и внедрение сит для фильтрации очищенных сточных вод, в частности, направляемых на доочистку на фильтрах;
- внедрение процеживающего оборудования на осадке первичных отстойников.

Процеживание очищенной сточной воды осуществлялось с помощью единственного выпускавшегося промышленностью аппарата для процеживания - барабанных сеток БСБЗх4,6, установленных перед фильтрами доочистки

Данный агрегат (рис. 10.4), состоит из рамы, в которую вмонтирован процеживающий элемент - плоская щелевая сетка сборной конструкции с прозорами 1,4 мм, и механизма регенерации сетки, состоящего из плоских скребков, закрепленных на 2-х пластинчатых бесконечных цепях, приводимых в движение мотор-редуктором. Задержанный на сетке мусор непрерывно снимается скребками и сбрасывается в сборный контейнер.

В 1997 году были произведены производственные испытания опытного образца сита с рабочей шириной 2,25 м. Основные технологические результаты испытаний, проводившихся в течение 4-х месяцев, представлены в табл. 10.3.

Проведенная реконструкция показала, что производительность плоского щелевого сита (333 тыс.м³/сут) в три раза превосходит производительность барабанной сетки (110 тыс.м³/сут), а при работе на свободный излив (без подпора со стороны фильтров) производительность сита может быть более 400 тыс.м³/сут, и потери напора на плоском сите (максимум 92 мм) значительно меньше, чем на барабанной сетке (300 мм). Регенерация плоской сетки скребками происходит удовлетворительно: как тыльная сторона сетки, так и прозоры в течение всего периода наблюдений (4 месяца) оставались чистыми, засорений и обрастания перемычек волокнистыми материалами не происходило.

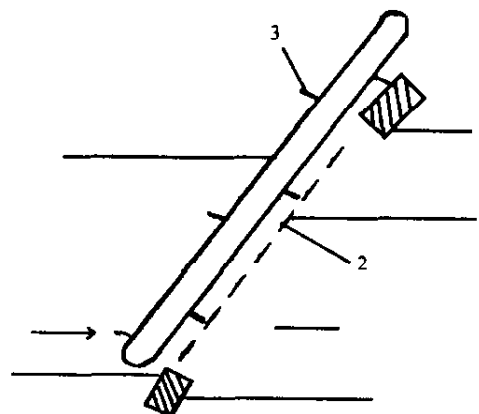


Рис. 10.4 Механизированные щелевидные сита

Таблица 10.3

Характеристика щелевого сита

Наименование показателей	Ед. изм.	Значение
Производительность сита:		
• средняя	тыс. м ³ /сут.	333
• максимальная		420
Потери напора:		
• средние	мм	36
• максимальные		92
• минимальные		20
Удельное шламоудержание (по сухому веществу):		
• среднее	г/м ³	0,036
• максимальное	"	0,079
• минимальное	"	0,015
Средняя влажность шлама	%	65,6
Средняя зольность шлама	%	4,6

Для процеживания осадков на Курьяновской и Люберецкой станциях аэрации первоначально были использованы механизированные решетки типа МГ. В 1995 году с целью повышения эффективности изъятия примесей решетки МГ были заменены на дуговые гидравлические решетки типа РГД с прозорами 10 мм (фирма «Экомтех»). При всей простоте конструкции, являющейся достоинством этой решетки, в процессе эксплуатации был выявлен ряд недостатков: нежесткость конструкции, недостаточная пропускная способность, несовершенство гидросистемы, а также отсутствие автоматизированного управления.

В 1997 году были приобретены самоочищающиеся решетки ступенчатого принципа действия типа «РОТОСКРИН» (рис. 10.5), широко применяемые в зарубежной практике и на некоторых очистных сооружениях в России для процеживания как сточных вод, так и осадков.

Процеживающая часть этих решеток состоит из двух чередующихся пакетов из параллельных пластин - стационарного и подвижного. Движение, совершаемое подвижными пластинами, приводит к тому, что они поднимают собранные продукты фильтрации на одну ступень вверх. В результате последовательных движений уловленные примеси поднимаются до точки выгрузки и попадают на транспортёр.

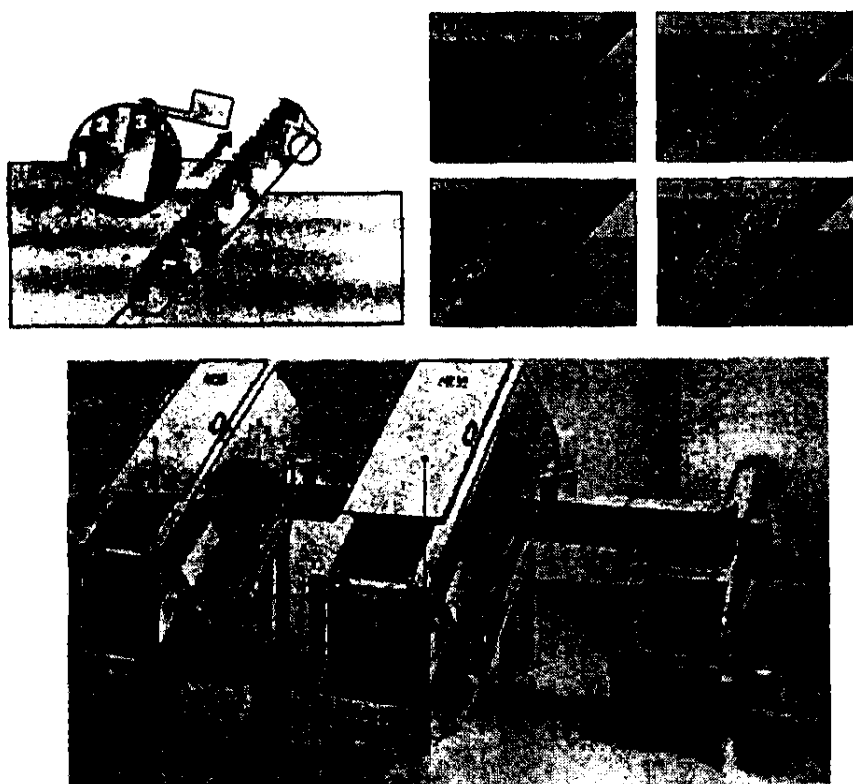


Рис. 10.5. Самоочищающаяся ступенчатая решетка «Ротоскрин»

Особенностью решеток данного типа является возможность работать с фильтрацией сточной воды (осадка) не только через прозоры (крупностью обычно 3-6 мм), но и через слой уловленных загрязнений, за счет чего появляется возможность задерживать примеси размером меньше прозоров.

Состав отбросов, задерживаемых на решетках процеживания сырого осадка, существенно отличается от состава отбросов, задерживаемых из сброженного осадка. В последних, преимущественно, присутствуют волокнистые и полимерные материалы, не подвергшиеся процессам распада в метантенках. Состав отбросов из сырого осадка сходен с отбросами, извлекаемыми из сточных вод. Однако имеет место значительный захват отбросами частиц осадка, что требует отмывки удержанной массы технической водой.

В процессе эксплуатации были выявлены следующие недостатки конструкции механических решёток:

- недостаточная продольная и поперечная жёсткость фильтровальных пластин;
- непродолжительный ресурс работы подшипниковых узлов механизма;
- непродолжительный ресурс работы пластмассовых накладок.

Часть этих недостатков была устранена путем совершенствования конструкции решеток силами специалистов МГП "Мосводоканал".

С учетом опыта эксплуатации решеток двумя отечественными предприятиями разработаны собственные конструкции ступенчатых решеток, ведутся производственные испытания опытных образцов на осадках. Завершается строительство отделений процеживания осадков первичных отстойников на Люберецкой и Ново-Люберецкой станциях аэрации.

Решетка для сточных вод RS-35 с прозорами 5 мм была установлена на Ново-Люберецкой станции аэрации. В целом конструкция решеток показала себя достаточно надежной, однако опытная эксплуатация выявила ряд недостатков:

- происходило образование «валка» из свойлачивающихся отбросов;
- разделительные прокладки между фильтровальными пластинами имеют недостаточную надежность;
- в нижней части решетки происходит ускоренный износ движущихся частей;
- аварийное продавливание фильтровальных пластин крупноразмерными, массивными предметами.

Устранение вышеуказанных недостатков возможно как путем улучшения конструкций решеток, так и совершенствованием технологической схемы очистки (рис. 10.6). В приведенной схеме предполагается размещение перед основными мелкопрозорчатыми решетками решеток грубой очистки, исключающее аварийный проскок крупноразмерных массивных предметов. Располагающиеся вслед за ними песколовки предназначены для выделения из сточной воды только крупного песка, камней, щебня и гравия, перемещающихся в придонной части потока.