Модуль З Способы обработки воды

**Методы и способы очистки воды**

Оксид водорода - вода является одним из самых распространенных химических соединений на нашей планете и составляет основу органической жизни. Качественная вода и методы ее очистки - одна из самых сложных проблем, с которой сталкивается человечество на протяжении всей своей истории. При всей кажущейся неисчерпаемости запасов живительной влаги только около одного процента ее пригодны для использования без предварительной подготовки.

В связи с сильным загрязнением традиционных источников водоснабжения предлагаются альтернативные способы решения этой проблемы: от разработки айсбергов до конденсации пара из атмосферы. Вместе с тем существующие и инновационные методы очистки воды - это одни из основных и наиболее действенных способов обеспечения устойчивого водоснабжения в настоящее время. В последние годы в решении этих вопросов наметились позитивные сдвиги, а по ряду направлений произошел настоящий прорыв.

**Основные процессы водоподготовки**

Подавляющее большинство природных источников и открытых, и подземных не обеспечивают водоснабжение надлежащего качества. Основная цель всех способов очистки воды - доведение показателей и свойств жидкости до требуемого уровня, удовлетворяющего потребителя. [Водоподготовка](https://diasel.ru/) осуществляется предприятиями коммунального хозяйства и промышленности, а также автономными системами для частных домовладений и отдельно стоящих объектов.

[Подготовка воды](https://diasel.ru/article/podgotovka-vody/) и методы очистки представляют собой сложный комплекс технологических процессов и мероприятий, целью которых является:

* Удаление растворимых и нерастворимых примесей.
* Нормализация минерального состава.
* Доведение комплекса физико-химических показателей и свойств до требуемых.

[Современные методы, применяемые для очистки воды](https://diasel.ru/article/sovremennye-metody-ochistki-pitevoj-vody/), успешно справляются с решением перечисленных задач. Важно правильно определить какие из существующих технологий будут наиболее эффективными для каждого конкретного случая.

**Классификация способов и методов очистки воды**

Водоемы и геологические водоносные горизонты содержат всю периодическую таблицу элементов, а также их неорганические и органические соединения. Отсюда берется и широкое многообразие примесей, которые и определяют критерии классификации методов очистки воды. По используемым в них принципам действия они подразделяются на четыре группы:

1. Физические;
2. Химические;
3. Физико-химические;
4. Биологические.

Все перечисленные методы очистки воды в свою очередь имеют внутреннюю классификацию в зависимости от конкретного способа удаления тех или иных загрязнителей. Соответственно для каждого из них разрабатывается и изготавливается оборудование с необходимыми техническими характеристиками. Обычно для решения проблем водоподготовки используется комплекс из нескольких различных технологий.

**Физические методы для очистки воды**

Такие способы очистки воды рассчитаны преимущественно на удаление нерастворимых механических примесей. В их основе лежат различные физические факторы воздействия на жидкость и находящиеся в ней загрязнители:

* гравитационные;
* центробежные;
* излучение.

[Физические методы очистки](https://diasel.ru/article/fizicheskaya-i-fizikohimicheskaya-ochistka-vody/) в среде специалистов принято называть грубыми, и они используются на предварительных стадиях водоподготовки. Применение их позволяет снизить нагрузку и сохранить ресурс более сложных и дорогостоящих систем удаления мелкодисперсных, растворимых и иных примесей.

**Химические способы очистки воды**

Данная группа технологий использует особенности взаимодействий между содержащимися в жидкости соединениями и отдельными элементами. Эффективность очистки воды методами химических реакций состоит в том, что она позволяют избирательно удалять определенные виды загрязнений, не затрагивая иные ее свойства. Одними из главных преимуществ таких технологий водоподготовки является высокая скорость процессов и универсальность. [Химические методы очистки воды](https://diasel.ru/article/himicheskaya-ochistka-vody/) применяются для удаления солей жесткости, некоторых металлов, органики и патогенной микрофлоры.

**Физико-химические способы водоподготовки**

Наибольшие показатели в вопросах водоподготовки демонстрируют методы, созданные на стыке различных дисциплин. Для получения качественной вода способы ее очистки комбинируются, обеспечивая физико-химическое воздействие на следующие виды примесей:

* растворенные в жидкости газы;
* тонкодисперсные загрязнители жидкие или твердые;
* ионы щелочноземельных и тяжелых металлов.

[Физико-химические способы водоподготовки](https://diasel.ru/article/fizicheskaya-i-fizikohimicheskaya-ochistka-vody/) применяются как на стадии предварительной обработки, так и в ходе глубокой (тонкой) очистки. Они обеспечивают высокую эффективность, вместе с тем для их реализации требуется сложное дорогостоящее оборудование.

**Биологические методы для очистки воды**

Применение микроорганизмов как наиболее перспективный способ для очистки воды особенно стоков в последнее время получает все более широкое распространение. [Биологические методы водоочистки](https://diasel.ru/article/biologicheskaya-ochistka-vody/) предусматривают использование простейших: различные виды бактерий, грибков и водорослей, а также многоклеточных - мотыля и красных червей. Биологические методы очистки основаны на способностях упомянутых микроорганизмов связывать, окислять или разлагать определенные виды химических соединений.

**Описание физических способов очистки воды**

В водоемах открытых и подземных содержится значительное количество твердых примесей и микроорганизмов. Для удаления нерастворимых загрязнителей используются физические методы водоподготовки:

* процеживание;
* отстаивание;
* фильтрование.

Для обеззараживания воды успешно применяется жесткое ультрафиолетовое излучение от специальных ламп. Выбор того или иного метода водоочистки и дезинфекции определяется исходя из требований заказчика.

**Процеживание**

Сетки и решетки с ячейками разных размеров, а также ткани обладают способностью задерживать достаточно крупные примеси. Современные методы очистки воды на предварительных этапах широко используют процеживание, что обеспечивает существенное снижение затрат на водоподготовку. Основным преимуществом такого способа является технологичность и простота, к числу недостатков следует отнести необходимость регулярной промывки фильтрующих устройств.

**Отстаивание**

К числу первичных методов очистки воды относят также и отстаивание. Суть его состоит в том, что под воздействием силы тяжести (гравитации) твердые частицы постепенно оседают на дно. В нижней части отстойников постепенно скапливается значительное количество загрязнителей разного вида, которые сбрасываются в дренаж при помощи специальных устройств. Производительность таких систем существенно ограничена длительностью процесса и объемом резервуаров.

**Фильтрование**

Данный способ водоочистки по принципу действия аналогичен процеживанию и предусматривает пропускание потока жидкости через пористые материалы. Фильтрованием задерживаются частицы, чьи размеры превышают определенные значения (до нескольких микрон):

* окалина;
* песок;
* ил и другие.

Некоторые из фильтров для воды по способу и эффективности очистки приближаются к самым современным системам. Они способны в числе прочих улучшать ее органолептические свойства и вкусовые качества. [Метод фильтрации](https://diasel.ru/article/chto-takoe-filtraciya-vody/) универсальный и применяется в крупных станциях водоподготовки и в небольших бытовых установках.

**Ультрафиолетовая обработка**

Наиболее эффективный способ очистки воды от различных видов микроорганизмов предполагает ее облучение при помощи специальных ламп с длиной волны от 200 до 400 нм. [Обеззараживание жидкости ультрафиолетом](https://diasel.ru/shop/filters/uv_sterilizers/) осуществляется после предфильтрации и удаления механических частиц, снижающих проницаемость жидкости для световых лучей. Жесткое излучение вызывает фотохимические реакции в наследственных структурах клетки, что приводит к нарушению процессов ее жизнедеятельности и гибели.

Главным преимуществом такого способа дезинфекции в системах очистки воды является сохранение ее исходного минерально-химического состава и иных свойств. При этом ее органолептические качества также не изменяются. Данный метод широко используется для обработки питьевой воды.

**Химические методы водоподготовки**

Технологии реагентной обработки в системах водоочистки применяются уже много лет и доказали свою эффективность. Химические методы и вещества, используемые для очистки воды, позволяют разлагать токсичные и вредные соединения на безопасные. Различают следующие типы реакций:

* нейтрализующие;
* окисляющие;
* осстанавливающие.

В большинстве случаев загрязнители в результате воздействий переходят нерастворимое состояние. Твердые частицы в свою очередь либо отфильтровываются, либо выпадают в осадок.

**Нейтрализация**

Данный метод очистки воды предполагает использование специальных реагентов и дозирующего оборудования. Технология предусматривает нормализацию кислотно-щелочного баланса pH при помощи следующих соединений:

* водного раствора аммиака;
* гидроксида натрия или калия;
* соды кальцинированной.

Данный метод обеспечивает быстрое восстановление уровня pH или позволяет добиться нужной реакции: кислотной или щелочной. В процессе обработки помимо твердых или жидких реагентов, могут использоваться газообразные. Кислые газы при пропускании через воды дополнительно очищаются от механических примесей и нейтрализуют щелочные соединения.

**Окисление**

В процессе окисляющих реакций сводится к минимуму токсичность некоторых водных растворов, и уничтожаются многие виды опасных микроорганизмов. Для реализации таких инновационных способов очистки воды используют сильнодействующие вещества и соединения:

1. Хлорсодержащие: газообразный хлор, диоксиды, гипохлориты натрия, кальция и калия.
2. Перекись водорода.
3. Перманганат и дихромат калия.
4. Кислород и озон.

При применении описываемого метода окисления необходимо соблюдать крайнюю осторожность. Избыточное хлорирование воды может привести к образованию токсичных соединений, а высокая концентрация озона взрывоопасна.

**Восстановление**

Восстановительные реакции, по сути, противоположны окислительным и в совокупности являются частью процессов нейтрализации. Этот передовой метод очистки воды позволяет с минимальными затратами удалять из нее примеси, которые в обычных условиях выявляются с большими сложностями. В процессе восстановления происходит образование нетоксичных соединений, не представляющих опасности для человеческого организма и животных.

**Очистка воды физико-химическими способами**

Комплексные системы водоподготовки исключительно эффективны и имеют широкий спектр применения. К физико-химическим относят специальные методы очистки воды, которые реализуются посредством:

* использования свойств тонкодисперсных сред;
* воздействия растворенных в жидкости газов;
* изменения состояния входящих в состав примесей ионов.

К данной группе технологий водоочистки относятся флотация, сорбция, экстракция, ионообмен, электродиализ, обратный осмос и термическая обработка. Применение означенных способов возможно как на предварительных стадиях водоподготовки, так и на завершающих для удаления сложных видов загрязнений.

**Флотация**

В настоящее время во многих источниках водоснабжения наблюдается повышенное содержание нефтепродуктов. Для их удаления применяется [флотация](https://diasel.ru/article/chto-takoe-flotaciya-vody/) - метод очистки воды с уникальными характеристиками. Для удаления из жидкости твердых и гидрофобных примесей сквозь нее пропускается воздух или инертный газ. В результате прохождения пузырьков сквозь толщу воды на ее поверхности образуется пена, содержащая загрязнители. Некоторые разновидности примесей из-за особенностей процесса смачивания закрепляются на границе раздела жидкой и газообразной среды. Образующаяся при этом пена легко удаляется при помощи несложных приспособлений. В водоподготовке используют следующие разновидности флотаций:

* механическая;
* напорная;
* пенная;
* пневматическая;
* химическая;
* электрическая.

Названия технологий напрямую связано со способом формирования воздушных пузырьков. Так в варианте электрофлотации для этой цели используются электроды, по которым пропускается ток. Напорная технология предполагает добавление в очищаемую воду перенасыщенной газом жидкости, смесь буквально взрывается при попадании в камеру с пониженным давлением.

**Сорбция**

Пористые материалы обладают способностью поглощать некоторые виды примесей при поверхностном контакте или пропускании сквозь них. Сорбционные методы по очистке воды обеспечивают надежное удаление поверхностно-активных веществ, ядохимикатов и фенольных соединений. В качестве фильтрующих веществ используются активированный уголь, силикагели и другие вещества. Технология применяется преимущественно на завершающих стадиях глубокой очистки.

**Экстракция**

Данный способ очистки воды состоит в том, что в нее добавляются связывающие загрязнения вещества. Для ускорения процессов экстракции жидкость перемешивается, а затем отстаивается в специальных емкостях. Примеси переходят в экстрагент, который легко отделяется от рафината - чистой вод. Впоследствии концентрат примесей утилизируется или поступает на переработку для дальнейшего использования. Экстракция обеспечивает надежное удаление различных видов органики, в том числе фенольных соединений.

**Ионообмен**

Новые методы в очистке воды, основанные на изменении состояния заряженных частиц, получают все более широкое распространение. [Ионообменные технологии](https://diasel.ru/article/chto-takoe-ionoobmennaya-ochistka-vody/) применяются в основном для снижения жесткости и обезжелезивания. В процессе водоподготовки происходит обмен ионами между примесями и специальными веществами: катионитами и ионитами. Последние могут иметь природное происхождение: сульфоугли и цеолиты, а также синтетические: специальные высокомолекулярные смолы.

**Электродиализ**

Этот способ очистки воды представляет собой комбинацию электрического воздействия и мембранного метода. Очищаемая жидкость пропускается последовательно через две камеры, в первой из них происходит процесс деминерализации во второй - накопление концентрированных растворов загрязнителей. [Метод электродиализа](https://diasel.ru/article/elektrodializ-vody/) применяется для снижения жесткости и восстановления стоков на химических и нефтехимических производствах.

**Обратный осмос**

Полупроницаемая мембрана в [обратном осмосе](https://diasel.ru/article/obratnyj-osmos-chto-eto/) обеспечивает эффективное удаление практически всех видов загрязнений из жидкости. В процессе очистки методом обратного осмоса загрязненная вода подается на установку, где разделяется на пермеат и концентрат. Последний обычно сбрасывается в дренаж или из него извлекаются полезные вещества. Получившаяся в результате особо чистая вода после дополнительной обработки используется для хозяйственно-бытовых нужд или в некоторых высокотехнологичных производствах.

**Термические методы**

Данная группа технологий водоподготовки основана на изменениях агрегатного состояния жидкости. К таким исключительно эффективным методам очистки воды относятся:

1. Выпаривание (дистилляция).
2. Вымораживание.
3. Термическое окисление.

Термические методы обеспечивают удаление или нейтрализацию сложных примесей, в том числе слабо разлагающихся и токсичных. Основной их недостаток - высокие энергозатраты.

**Биологические методы водоподготовки**

Некоторые живые организмы обладают способностью поглощать или разлагать органические и неорганические загрязнения. В настоящее время применяются следующие биологические методы и системы очистки воды:

* пруды биологические;
* поля фильтрации;
* биофильтры;
* аэротенки (окситенки);
* метатенки.

В них используются простейшие микроорганизмы, а также некоторые виды червей и насекомых. Означенные технологии водоочистки применяются преимущественно для очистки стоков на коммунальных предприятиях и производствах.

**Биологические пруды**

Этот метод очистки загрязненной воды реализуется в естественных или в искусственных водоемах. В биологических прудах на дне образуется активный ил либо зооглеи, содержащие следующие разновидности микроорганизмов:

* бактерии;
* простейшие водоросли и грибы;
* многоклеточные черви и личинки насекомых.

Бактерии разлагают токсичные соединения, разрушают азотосодержащие вещества и поглощают фосфаты. Пруд биологический имеет сравнительно низкую производительность и занимает большие площади.

**Поля фильтрации**

Один из самых эффективных способов водоочистки предусматривает использование многослойного сооружения, сквозь которые просачиваются стоки. Поля фильтрации содержат значительное количество микроорганизмов, которые разлагают и связывают вредные вещества и соединения. Главное достоинство означенного метода - низкие затраты на устройство и содержание водоочистных сооружений; недостаток - низкая производительности и невозможность использования для очистки сильнозагрязненных стоков.

**Биофильтры**

На очистных станциях активно используются биологические методы очистки воды от органических загрязнений. Современные биофильтры имеют многослойную структуру насыщенную аэробными микроорганизмами. Для обеспечения их жизнедеятельности создается система естественной или принудительной вентиляции. Вода пропускается сквозь активный загрузочный слой, где происходит окисление или разложение загрязнений.

**Аэротенки (окситенки)**

Инновационные методы и технологии очистки воды предполагают использование сложнейших комплексов с принудительной аэрацией. Аэротенк представляет собой очистную систему, работающую в автоматической режим. Вода в ней очищается при помощи аэробных бактерий, обитающих в активном иле. Жидкость смешивается с ним непосредственно перед загрузкой в сооружение, где происходит биоразложение органики и других вредных и токсичных примесей.

**Метатенки**

Установки анаэробного брожения предназначены для переработки сильнозагрязненных стоков. Метатенк - это один из самых перспективных методов очистки воды без использования кислорода и воздуха. В процессе жизнедеятельности особых видов бактерий выделяется биогаз, который частично используется для поддержания необходимой температуры. Так мезофильное сбраживание протекает при 30-35 °C, а термофильное - в диапазоне от 50 до 55 °C. Образующийся при этом избыток метана используется в качестве автомобильного или технологического топлива.

Водоподготовка

1. Технологические схемы водоподготовки

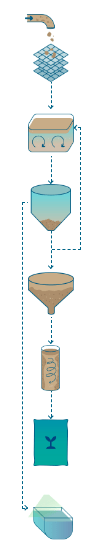
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Способы водоподготовки** | **Описание, виды** | **+** | **-** |
| безреагентный |  |  |  |
| реагентный |  |  |  |

Вычертить по одной схеме каждого способа

1. Заполнить таблицу способов обработки воды

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Способы обработки воды** | **Описание** | **Рекомендуемые реагенты** |
| **1** | Отстаивание |  |  |
| **2** | Осветление |  |  |
| **3** | Обесцвечивание |  |  |
| **4** | Дезодорация |  |  |
| **5** | Хлорирование |  |  |
| **6** | Озонирование |  |  |
| **7** | Ультрафиолетовое облучение |  |  |
| **8** | Обезжелезивание |  |  |
| **9** | Деманганация |  |  |
| **10** | Умягчение |  |  |
| **11** | Стабилизация |  |  |
| **12** | Обеззараживание |  |  |
| **13** | Опреснение |  |  |

# Отстойники. Типы, преимущества и недостатки



Отстойники представляют собой сооружения, в которых сточные воды наполняются и хранятся в течение некоторого времени для удаления взвешенных частиц, присутствующих в воде. Эти частицы могут оседать на дне резервуара и удаляются с помощью скребков. Если взвешенные частицы имеют меньший удельный вес, чем вода, они оседают в верхней части резервуара.

Осаждение является наиболее распространенной физической операцией при [очистке сточных вод](https://ecoproverka.ru/reglament-raboty-ochistnyh-sooruzheniy/), особенно при первичной очистке. В некоторой литературе термин «осаждение» также называют седиментацией. Седиментация — это, вкратце, процесс, при котором взвешенные твердые частицы, имеющие более высокую плотность, чем плотность воды, перемещается под действием силы тяжести на дно отстойника в течение разумного периода времени.

Отстойники обычно имеют прямоугольную или круглую форму с радиальным или восходящим потоком воды. Осаждение не ограничивается первичной обработкой; существует также вторичное осаждение, при котором удаляются оседающие твердые частицы в процессах вторичной биологической очистки. Например, регенерация активного ила для вторичной переработки достигается за счет вторичного осаждения. На типичных очистных сооружениях поток сточных вод, выходящий из фильтровальных устройств (и после флотационных бассейнов) или песколовок, затем поступает на вторую секцию первичной очистки сточных вод или в отстойники/бассейны. Здесь шлам (органическая часть сточных вод) оседает из сточных вод и откачивается из резервуаров.

Осаждение использует гравитационную силу для отделения нестабильных и дестабилизированных взвешенных веществ из сточных вод. Он основан на разнице плотностей между объемной жидкостью и твердыми телами. Стабилизированные твердые вещества, такие как коллоиды, можно дестабилизировать с помощью флокулянтов.

ГОСТ 25150-82 Канализация. Термины и определения:

**История отстойников**

Отстойники, снижающие скорость потока до такой степени, что взвешенные вещества могут осесть на дно, были известны еще в древних цивилизациях. В Англии прямоугольные отстойники эксплуатировались с перерывами с 1850 года, а это означало, что приток сточных вод приходилось регулярно останавливать для удаления ила. В первом десятилетии 20-го века исследования влияния объема и состава ила на скорость потока послужили научной основой для метода отстаивания и позволили резко уменьшить размер отстойников. Изобретение так называемой «спирали Фидлера», вращающегося скребка шлама для круглых резервуаров, положило начало развитию различных скребковых установок для удаления шлама.

Примерно с 1880 года отстойные резервуары с восходящим потоком, такие как «Дортмундский резервуар», представляли собой совершенно другой подход. Поскольку эти резервуары были специально разработаны для обеспечения непрерывной подачи сточных вод, их не нужно было опорожнять. Еще одним развитием этой технологии является резервуар с воронкообразным дном, который также предназначен для вертикального потока. Резервуары с воронкообразным дном хорошо подходят для очистки флокулированного ила в процессах осаждения или для постбиологической обработки.

Поскольку отстойники и отстойники с восходящим потоком должны быть установлены глубоко под землей со значительными затратами на установку, в начале 20 века также были проведены эксперименты с надземными очистными башнями и резервуарами.

Одной из проблем, с которой пришлось столкнуться первооткрывателям в области очистки сточных вод, было начало процессов переработки ила, которые препятствовали дальнейшему осаждению и потенциальной последующей биологической очистке.

Процессы химического осаждения являются одними из старейших методов очистки сточных вод. Первый завод по очистке сточных вод с помощью извести открылся в Бирмингеме в 1872 году. Химическое осаждение достигло пика в Англии, где между 1880 и 1890 годами было построено около 200 заводов, и в Америке. При химическом осаждении добавление химических соединений в воду вызывает осаждение растворенных твердых веществ и позволяет удалить их из отстойников вместе с илом. Наиболее часто используемыми химическими веществами были известь, соль алюминия и соль железа. Эти процессы были сложными и дорогими, однако с 1890 года они были почти полностью заменены биологическими процессами.

## Предварительная обработка сточных вод в отстойниках

Обработка перед биохимической обработкой обычно известна как предварительная обработка. В связи с относительно низкой стоимостью очистки и стабильной работой биохимического метода общепромышленные сточные воды очищаются биохимическим методом, а при очистке сточных вод также используется биохимический метод в качестве основного метода очистки. Однако сточные воды содержат некоторые органические вещества, ингибирующие и токсичные для микроорганизмов, поэтому перед поступлением в биохимический резервуар сточные воды должны пройти необходимую предварительную очистку, которую необходимо удалить, чтобы микроорганизмы в биохимическом бассейне могли нормально функционировать.

**Предварительная очистка преследует две цели** : во-первых, сократить количество и максимально удалить из сточных вод вещества, вредные для микроорганизмов и обладающие ингибирующим действием, или преобразовать их в вещества, безвредные или полезные для микроорганизмов, чтобы обеспечить защиту микроорганизмов.

## Назначение отстойников

Функция отстойника сточных вод заключается в сборе, хранении и уравновешивании качества и количества сточных вод.

Производственные сточные воды каждого цеха, как правило, несбалансированы по количеству и качеству сбрасываемых сточных вод. Даже в течение суток или между сменами может быть большое количество изменений в качестве и количестве сточных вод, что очень неблагоприятно для нормальной работы и эффективной очистки сточных вод. Поэтому перед поступлением сточных вод в магистральную систему очистки сточных вод необходимо устроить отстойник определенного объема для накопления сточных вод и придания им однородности для обеспечения нормальной работы очистных сооружений и сооружений.

## Типы отстойников

В зависимости от различных факторов отстойники классифицируют следующим образом.

### По методам работы

**а. Резервуар типа заполнения**

В отстойниках наливно-вытяжного типа вода на входе отстаивается некоторое время. За это время взвешенные частицы оседают на дне резервуара. Через 24 часа вода сливается через выход. Затем осевшие частицы удаляются. Это действие удаления требует 6-12 часов. Так, на одно полное действие отстаивания требуется 30-40 часов в случае отстойника наливно-вытяжного типа.

**б. Резервуар проточного типа**

В резервуарах проточного типа всегда имеется течение, но с очень малой скоростью. Во время этого потока взвешенные частицы оседают на дне резервуара. Поток может быть как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении.

**Горизонтальный отстойник проточного типа**обычно имеет прямоугольную форму. Длина отстойника  вдвое больше ширины. Это сделано с целью движения частицами большего расстояния, чтобы осело как можно большее количество взвешенных частиц. Максимально допустимая скорость в этом случае составляет 0,3 м/с.

**Отстойник вертикального проточного типа** имеет круглую форму, и поток происходит в вертикальном направлении. На дне бака предусмотрен бункер для [утилизации собранного ила](https://ecoproverka.ru/ilovye-karty-ploschadki/).

### По форме

***а. Круглый резервуар***



Круглые отстойники предпочтительнее для отстойников непрерывного вертикального типа. В этом случае приток направляется через центральную трубу резервуара и имеет место радиальное течение. Для сбора шлама предусмотрены механические скребки шлама, и собранный шлам проходит через шламовую трубу, расположенную в нижней части.

Круглые резервуары неэкономичны по сравнению с прямоугольными резервуарами, но обладают высокой эффективностью осветления.

По принципу расхода воды различают два типа круглых отстойников:

* **Циркуляционный резервуар с радиальным потоком:**

Через центральную входную трубу, расположенную внутри дефлекторной коробки , вода поступает в бак, а дефлекторная коробка отклоняет воду вниз. Затем через отверстия, предусмотренные в нижних сторонах дефлекторной коробки, она выходит наружу, и по окружности бака вода течет радиально из дефлекторной коробки, где по всей периферии предусмотрен выпускной патрубок.

Скребком, который непрерывно перемещается по полу с очень малой скоростью, удаляется осадок, а максимальная скорость сгребающего рычага не превышает 4,5 м/ч.

* **Круговой резервуар с окружным потоком:**

Через две-три вертикальные щели вода поступает в бак, а для перемещения воды по окружности бака в баке имеется один вращающийся рычаг.

Чтобы взвешенные примеси могли осесть в резервуаре, вода движется с очень низкой скоростью.

***б. Прямоугольный резервуар***

Отстойники прямоугольной формы как правило широко используются.



Прямоугольные резервуары состоят из большого количества перегородок и имеют прямоугольную форму. Функция перегородки состоит в том, чтобы предотвратить короткое замыкание и уменьшить скорость поступающей воды, чтобы увеличить эффективную длину перемещения частицы.

Этот тип отстойника, как правило, снабжен входом и выходом канального типа, простирающимися по всей ширине, и, подобно бункеру, наклоненному к центру, где предусмотрена шламовая труба. При работе задвижки шлам удаляется через выпускное отверстие под действием гидростатической силы.

***в. Нижний бункер бункера***

В случае резервуара с воронкообразным дном в верхней части расположен дефлектор, который отклоняет приток, поступающий из центральной трубы, вниз. Шлам собирается на дне и удаляется с помощью шламового насоса.

### В зависимости от целей

***а. Первичный отстойник***

Первичный отстойник представляет собой обычный отстойник, в котором вода некоторое время хранится в состоянии покоя, а ил, скопившийся на дне, и маслянистые вещества, скопившиеся наверху, удаляются. После процесса первичного отстаивания сточные воды сбрасываются в аэробный фильтр, где происходит процесс биологической очистки.

***б. Вторичный отстойник***

После биологической очистки сточные воды поступают во вторичный отстойник, в котором взвешенные частицы, содержащие микробы, удаляются и отражаются в направлении аэробного фильтра для поддержания высокой концентрации микробов в аэробном фильтре.

## Типы осаждения в отстойниках

Осаждение – очень важный процесс первичной обработки; он также используется в биологической очистке,  для удаления твердых частиц избыточного активного ила. Характеристики оседания твердых частиц определяются типами оседающих твердых частиц и их концентрацией.

Седиментация имеет четыре различных типа осаждения:

ТИП 1 – Дискретное осаждение, представляющее собой осаждение разбавленной суспензии твердых частиц, которые не агрегируют.

ТИП 2 – Флокулянтное осаждение, которое представляет собой осаждение частиц, которые агрегируют между собой и/или с добавленными флокулянтами с образованием более крупных частиц и, следовательно, приводят к более быстрому осаждению. В этом режиме происходит операция осаждения при типичной первичной очистке сточных вод.

ТИП 3 – Зонное осаждение, которое происходит, когда твердые частицы слипаются друг с другом, образуя массу, которая оседает в виде осадка с различимой границей раздела с жидкостью над ним.

ТИП 4 – Зона сжатия, которая возникает, когда тонущие частицы скапливаются на дне отстойника/бассейна, образуя сжатую структуру, поддерживающую вес частиц, осевших на дне резервуара/бассейна.

Хотя отстойники при первичной очистке характеризуются осаждением флокулянтов типа II, каждая из этих зон имеет различные характеристики, требующие дальнейшего анализа.

### Дискретное осаждение (тип 1)

Осаждение неагрегированных твердых частиц в разбавленной суспензии можно описать скоростью осаждения отдельных частиц. В отстойнике/бассейне осаждение отдельной частицы не зависит от других частиц и зависит только от свойств жидкости и характеристик частицы.  В данном случае движение интересующей частицы подвергается комбинированному воздействию гравитационной силы вниз и объемного потока к выпускному отверстию:

математически: vt = H/t

H — глубина отстойника,

t — время пребывания частицы в жидкости в резервуаре.

Если принять время пребывания жидкости за время пребывания жидкости в резервуаре, то оно будет следующим:

Q/A — скорость перелива жидкости, проходящей через резервуар.

A — площадь поперечного сечения бака,

Q — общий объемный расход через бак.

Конечная скорость частицы равна скорости переполнения бака.

Скорость переполнения резервуара как конечная скорость частицы в резервуаре представляет собой критическую скорость идеальной частицы в идеальном отстойнике при условии, что:

* Количество идеальных дискретных частиц и векторы скорости жидкости распределены равномерно.
* Жидкость течет в резервуаре ламинарно.
* Любая частица, достигающая дна резервуара, эффективно удаляется.

Любые частицы, имеющие термическую скорость v (средняя скорость среди всех присутствующих частиц) выше, чем vt, удаляются из отстойника/бассейна на 100%. Для тех частиц, у которых средняя конечная скорость меньше vt, доля частиц, удаляемых в баке, равна v/vt.

В действительности дискретное осаждение, скорее всего, связано с осаждением твердых частиц с высокой плотностью и размером, таких как гравий и песок.

### Хлопьевидное осаждение (тип 2)

Флокулянтное осаждение используется в первичных отстойниках и в верхних зонах вторичных отстойников.    В случае хлопьевидного осаждения частицы в относительно разбавленной суспензии сливаются или флоккулируют с образованием более крупных частиц или агрегатов во время отстаивания, что увеличивает массу оседающих твердых частиц, а также скорость осаждения (и степень удаления). Во многих ситуациях очистки пищевых сточных вод, за исключением очень разбавленных, взвешенные твердые частицы не могут быть описаны как дискретные частицы с известным удельным весом (количество, которое представляет собой отношение плотности частиц к плотности воды). Как правило, более крупные частицы оседают быстрее и имеют большую склонность к столкновениям с другими более медленно оседающими частицами, что приводит к образованию более крупных частиц в неподвижном водоеме. Однако ветер, гидродинамический сдвиг и гидравлические возмущения способствуют дальнейшим контактам между частицами в резервуаре.

Кроме того, чем больше глубина резервуара, тем выше будет частота столкновений между частицами во время отстаивания. Следовательно, осаждение хлопьев зависит от свойств частиц и жидкости, а также от глубины отстойника/бассейна. Осевшие твердые частицы на дне резервуара обычно быстро удаляются. Поэтому более высокая скорость осаждения в результате агрегации отдельных частиц приводит к более высокой скорости удаления твердых частиц из сточных вод.

### Зональное оседание (Тип 3)

Этот термин получил свое название из-за того, что агрегированные частицы концентрированной взвеси (активный ил или флокулированные коллоиды) в бассейне седиментации имеют тенденцию образовывать массивную взвесь с отчетливой границей раздела. Зональное отстаивание в основном используется во вторичных отстойниках. Многие разработчики процессов очистки сточных вод используют испытание периодического осаждения для определения границы раздела.

### Зона сжатия (тип 4)

Компрессионное отстаивание характеризуется наибольшей концентрацией взвешенных веществ и происходит в нижнем течении отстойников. Частицы оседают, сжимая массу частиц внизу. Сжатие происходит не только в нижних зонах вторичных отстойников, но и в шламонакопителях.

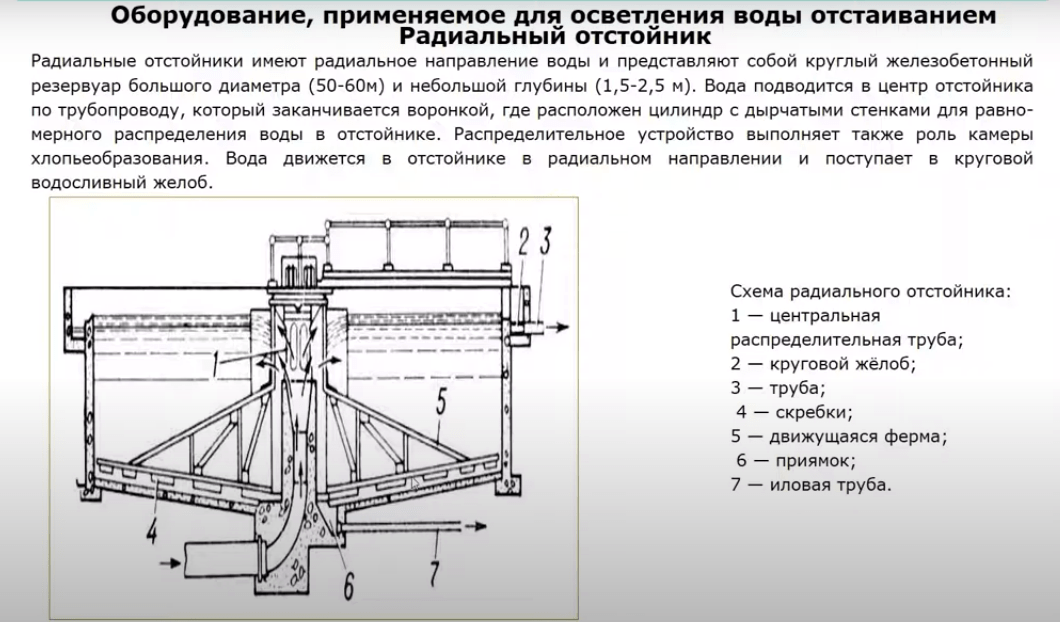
## ****Преимущества отстойников****

1. Это дешевая и простая технология предварительной очистки воды.
2. Имеет низкие эксплуатационные расходы и обрабатывает широкий диапазон потоков.
3. Для осаждения взвешенных веществ использование коагулянтов сокращает время отстаивания.
4. Обладает высокой эффективностью осветления и легко удаляет осадок.
5. Лучше всего подходит для установок с постоянным расходом и качеством сточной воды.

## Недостатки отстойника

1. Для защиты от замерзания в холодном климате необходимы укрывные элементы.
2. Механический привод и блок подшипников вала требуют частого обслуживания.

## Радиальный отстойник



## Вертикальный отстойник

## вертикальный отстойникТребования к отстойникам

### СП 32.13330.2018. ****Свод правил. Канализация. Наружные сети и сооружения.****

9.2.4 Сооружения осветления сточных вод

9.2.4.1 Сооружения осветления сточных вод рекомендуется применять на очистных сооружениях производительностью свыше 1000 м /сут. Для этого используются первичные отстойники, механические процеживатели, а для производственных сточных вод и их смеси с бытовыми – масло-, жиро-, нефтеловушки, гидроциклоны, флотаторы и др. При обосновании допускается отказ от стадии осветления бытовых сточных вод. В этом случае прозоры процеживающих решеток должны быть не более 6 мм, время пребывания сточных вод в песколовках – не менее 10 мин, а задержанный в них осадок должен подвергаться отмывке от органических веществ.

9.2.4.2 Тип первичного отстойника (вертикальный, радиальный, горизонтальный, двухъярусный, тонкослойный и др.) следует выбирать с учетом принятой технологической схемы очистки сточных вод, производительности станции, компоновки сооружений, числа эксплуатируемых единиц, конфигурации и рельефа площадки, геологических условий, уровня грунтовых вод и т.п.

9.2.4.3 Число отстойников рекомендуется принимать исходя из условия надежности их действия при ремонте одного из них, но не менее двух. При минимальном числе эксплуатируемых единиц (секций) отстойников их расчетный объем необходимо увеличивать так, чтобы перегрузка одного отстойника (секции) при расчетном расходе не превышала 25%.

9.2.4.4 Расчет отстойников следует производить на основе кинетики осаждения взвешенных веществ с учетом требуемого эффекта осветления и коэффициента использования объема сооружения. В отсутствие эксплуатационных или экспериментальных данных величину в осветленной бытовой сточной воде допускается вычислять исходя из количества на одного жителя по формуле:

9.2.4.5 Основные конструктивные параметры отстойников следует принимать:

– впуск исходной и сбор осветленной воды равномерно по периметру впускного и сборного устройств;

– высоту нейтрального слоя – на 0,3 м выше днища на выходе (для первичных отстойников),

– 50°-55° – угол наклона конического днища вертикальных отстойников и стенок осадочных приямков горизонтальных и радиальных отстойников.

9.2.4.6 Перемещение выпавшего осадка к приямкам следует предусматривать механическим способом или созданием соответствующего наклона днища.

9.2.4.7 Удаление осадка из приямка отстойника необходимо предусматривать самотеком, под гидростатическим давлением или насосами, предназначенными для перекачки осадков. При обосновании допускается применять удаление осадка гидроэлеваторами, эрлифтами, а при высокой плотности образующегося осадка производственных сточных вод – грейферами и т.д. Гидростатическое давление при удалении осадка из первичных отстойников следует принимать не менее 15 кПа (1,5 м вод.ст.). Диаметр труб для удаления осадка следует принимать не менее 200 мм.

9.2.4.8 Влажность осадка бытовых сточных вод необходимо принимать равной 95%-96% для всех типов первичных отстойников при самотечном удалении (под гидростатическим давлением) и 94%-95% при удалении насосами. При сбросе осадка станций водоподготовки в систему водоотведения содержание сухого вещества в осадке следует принимать на 15%-30% ниже расчетного, в зависимости от доли этого осадка, параметров воды, очищаемой на станции водоподготовки (максимальное значение – для высокоцветной обрабатываемой воды) и применяемых реагентов. Влажность осадка производственных сточных вод допускается принимать по экспериментальным данным.

9.2.4.9 Удаление осадка из отстойников допускается непрерывное или периодическое. Интервал времени при периодическом удалении следует устанавливать исходя из объема образующегося осадка и вместимости зоны его накопления, но не более двух суток. При механизированном удалении осадка вместимость зоны накопления его в первичных отстойниках следует принимать по количеству выпавшего осадка за период не более 8 ч.

9.2.4.10 В целях улучшения биологического удаления фосфора допускается осуществлять в отстойниках частичную ацидофикацию. В этом случае следует предусматривать соответствующие мероприятия, включая увеличенное время пребывания осадка, его рециркуляцию или взмучивание. Для проведения ацидофикации допускается использовать отдельные сооружения.

9.2.4.11 Для удержания всплывших веществ перед водосбросным устройством следует предусматривать полупогружные (не менее 0,3 м) перегородки и устройства удаления накопленных на поверхности веществ. Высоту борта отстойника над поверхностью воды следует принимать 0,3 м.

9.2.4.12 Кромку водослива на водоприемных (сборных) лотках необходимо предусматривать регулируемой по высоте.

#### Первичные отстойники

3.4.9. Первичные отстойники должны обеспечить требуемый эффект осветления сточных вод и уплотнения осадка в соответствии с проектом.

3.4.10. При эксплуатации первичных отстойников персонал обязан:

а) обеспечивать равномерное распределение поступающей сточной воды между отстойниками;

б) очищать лотки и каналы, подводящие воду к отстойникам, от отложения тяжелого осадка и отбросов;

в) удалять с кромок водосливов сборных лотков задержавшиеся на них загрязнения;

г) своевременно удалять с поверхности отстойников плавающие вещества;

д) контролировать эффект осветления жидкости и предупреждать вынос осадка;

е) содержать в исправном состоянии и чистоте задвижки, илоскребы, шиберы и прочее оборудование и прилегающую территорию;

ж) обеспечивать удаление осадка не реже двух раз в сутки – из вертикальных и горизонтальных отстойников, не оборудованных скребковыми механизмами; не реже одного раза в смену – из радиальных и горизонтальных отстойников, оборудованных скребковыми механизмами;

з) вести визуальный контроль за влажностью выгружаемого осадка, не допуская чрезмерного его разжижения.

3.4.11. Выпуск осадка из отстойников производят без прекращения подачи сточной воды.

При выпуске осадка из вертикальных и горизонтальных отстойников задвижку на илопроводе открывают постепенно, во избежание прорыва воды. В случае прорыва воды следует немедленно закрыть задвижку и прекратить выпуск осадка.

При выпуске осадка из радиальных отстойников скребковый механизм включают за 1 час до начала выпуска осадка и выключают через 0,5 часа после закрытия задвижки на иловой трубе.

3.4.12. Опорожнение отстойников для осмотра, чистки и ремонта должно производиться не реже одного раза в 2 года для оборудованных механическими скребками и не реже одного раза в 3 года для не оборудованных механическими скребками. Ввод сооружений после профилактического или капитального ремонта производить строго по акту.

#### Двухъярусные отстойники

3.4.13. При эксплуатации двухъярусных отстойников персонал обязан:

а) обеспечивать равномерное распределение подаваемой сточной воды в отстойники;

б) контролировать высоту слоя осадка в иловой камере и не допускать ее переполнения и поступления из нее осадка в отстойные желоба;

в) производить выпуск осадка через каждые 15 сут. с последующей промывкой илопроводов;

г) не допускать образования на поверхностях отстойников плотной корки из взвешенных веществ или вспенивания сбраживаемого осадка.

3.4.14. При спаренных отстойниках для равномерного распределения осадка в иловых камерах периодически через каждые 10 – 15 сут. переключают установленные в лотках шиберы для перепуска воды с одной стороны сооружений на другую.

3.4.15. Первый выпуск осадка из отстойника производят через 5 – 6 месяцев после его пуска в эксплуатацию, причем расстояние между уровнем осадка в иловой камере и щелью осадочного желоба должно быть не менее 1 м.

3.4.16. Выпуск осадка производить медленно, контролируя его зрелость. Зрелый осадок имеет влажность 85 – 90% и характеризуется щелочной реакцией (pH 7,2 – 7,6), исчезновением запаха сероводорода, темно-серым цветом и зернистой структурой.

3.4.17. При эксплуатации отстойников ежедневно очищают распределительные лотки и переливные кромки от задержавшихся на них осадка, тряпок и других предметов, удаляют плавающие вещества, а также прочищают щели отстойных желобов.

3.4.18. Перед наступлением зимы из отстойника выпускают большую часть осадка. В иловой камере должно остаться не менее 15 – 20% объема хорошо сброженного осадка.

3.4.19. На зиму двухъярусные отстойники утепляют, накрывая их деревянными щитами. Незакрытыми оставляют только лотки (для возможности их очистки).

3.4.20. Для очистки от слежавшегося осадка и ремонта двухъярусный отстойник опорожняют не реже одного раза в 3 – 4 года.

#### Вторичные отстойники

3.5.13. При эксплуатации вторичных отстойников помимо работ, перечисленных в п. п. 3.4.9 – 3.4.11, персонал обязан:

а) обеспечивать заданный режим отстаивания;

б) обеспечивать заданный режим выпуска избыточного активного ила;

в) не допускать образования залежей и уплотнения активного ила в отстойниках;

г) своевременно удалять с поверхности отстойников плавающую пленку или пену.

3.5.14. Опорожнение вторичных отстойников для осмотра, чистки и ремонта сооружений и оборудования должно производиться в соответствии с п. 3.4.11 настоящих ПТЭ.

1. Заполнить таблицу. Отстойники очистных сооружений

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Виды** | **+** | **-** | **где используются** |
| Вертикальные отстойники |  |  |  |
| Горизонтальные отстойники |  |  |  |
| Радиальные сооружения |  |  |  |
| Статические отстойники |  |  |  |