

От редакции

Оригинальная статья была опубликована в журнале Valve Magazine, Summer, 2016, с. 14, издаваемом Американской Ассоциацией Арматуростроителей ([www.vma.org](http://www.vma.org)). Перевод Т.С. Скляровой.



Для перекачки оборотной воды в городе Вако (Техас) используются шаровые краны и дисковые затворы по стандартам AWWA

## ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

John V. Ballun

Желание общества поддерживать чистоту окружающей среды высвечивает важность понимания той существенной роли, которую играют в нашей жизни очистные сооружения. В 1972 году Конгресс США принял Закон о чистой воде, направленный на контроль качества воды, попадающей в системы водоснабжения или сбрасываемой в водоемы; муниципалитетам выделены гранты для обеспечения выполнения требований этого закона. С тех пор технологии, такие как оптимизированные системы очистки и автоматически управляемая арматура, превратили наши очистные сооружения в чудеса техники. Цель данной статьи – показать те важнейшие роли, которые играет арматура в функционировании типичных станций водоочистки.

**Предмет:**

Перед арматурой систем водоочистки стоят непростые задачи преобразования того, что попадает в канализационные стоки, в дезинфицированную воду, пригодную для повторного использования в водоснабжении.

**Основные темы:**

- Современные процессы обработки.
- Арматура и ее применение.
- Три стадии очистки.

**Вывод:**

Для управления стоками, содержащими механические загрязнения, необходима специальная арматура. Для сред, из которых загрязнения и примеси уже удалены, диапазон применяемой арматуры широк.

**Основы**

Чтобы вникнуть в суть проблемы, оттолкнемся от основных целевых функций типовой муниципальной системы очистных сооружений: это сбор коммунальных, промышленных и ливневых стоков, а также их обработка до состояния, отвечающего федеральным и местным стандартам качества воды. Очищенная по требованиям и нормам Агентства по охране окружающей среды вода может быть далее безопасно возвращена в систему водоснабжения или сброшена в водоем. Успех функционирования очистных сооружений во многом зависит от взаимодействия и поддержки со стороны населения, местных властей, промышленности и регулирующих органов.

**Порядок сбора сточных вод**

Американские города постоянно растут, и чтобы предотвратить распространение болезней, передающихся через воду, становится необходимым создание систем канализации. Что, в свою очередь, дает толчок к ускоренному росту городов. К 2000 г. уже около 208 миллионов американцев пользовались услугами централизованных систем сбора и очистки сточных вод [1].

В зависимости от особенностей географии стоки могут попадать в системы сбора либо самотеком через коллекторы, либо посредством канализационных насосных станций и напорных магистралей, транспортирующих сточные воды через возвышенности и на большие расстояния к централизованной станции очистки сточных вод. Станция, на которую стоки попадают самотеком по коллекторам, может быть оснащена насосами для подъема сточных вод, чтобы дальше они уже текли под действием гравитации.

**Об авторе**

**John V. Ballun –**

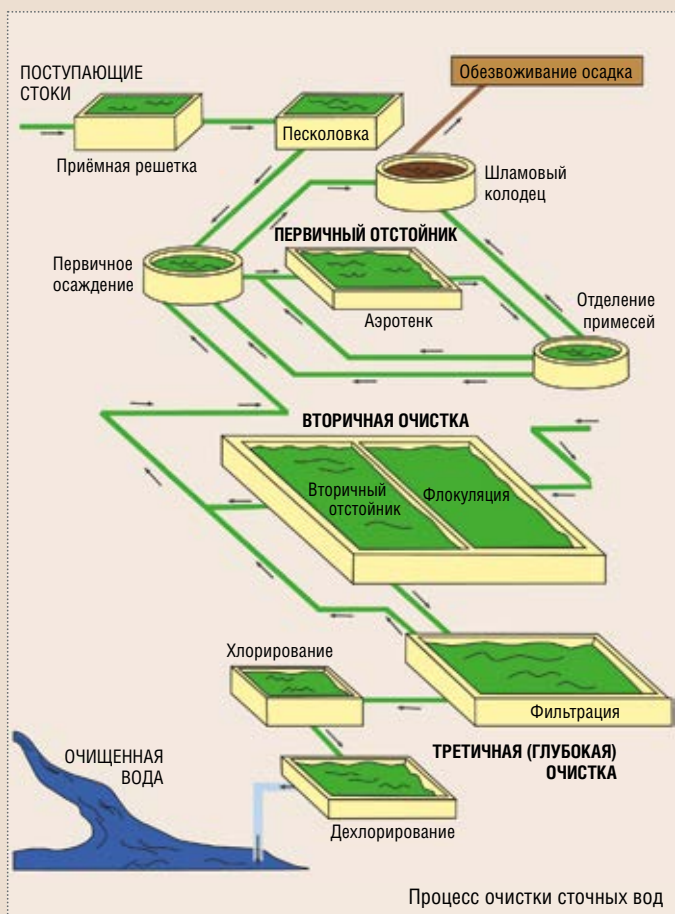
президент и директор компании Val-Matic Valve ([www.valmatic.com](http://www.valmatic.com)), постоянный автор VALVE Magazine. Пишите ему по адресу: [pd3@valmatic.com](mailto:pd3@valmatic.com)

Канализационные насосные станции собирают сточные воды небольших городов, поселков или районов, поступающие оттуда самотеком по канализации, а затем по напорному трубопроводу под давлением транспортируют их на централизованную станцию водоочистки. Такие насосные станции могут представлять из себя либо один приёмный (сборный) колодец, либо сочетание приемного колодца и так называемого сухого колодца, в котором находятся насосы и другое оборудование.

Арматура в канализационных насосных станциях устанавливается в накопителях стоков, в сухих колодцах или в специальных камерах. Как правило, применяются три её вида: обратная, запорная (отсечная) и воздухоотводчики. Задача обратной арматуры – предотвратить возникновение обратного потока при отключенном насосе. Запорная арматура служит для перекрытия трубопровода при выполнении ремонтных работ или технического обслуживания. Воздухоотводчики удаляют воздух из колонки насоса и напорной магистрали с целью обеспечения максимальной пропускной способности и подавления помпажа. При выборе арматуры для систем очистки сточных вод, так же как и при выборе насосов, следует ориентироваться прежде всего на содержание в рабочей среде твердых включений [2].



Погружные насосы приемного колодца сточных вод канализационной насосной станции с отдельной камерой для арматуры (насосная станция Courtesy of Romtec Utilities)



### Обратная арматура

Обратная арматура на канализационных насосных станциях нужна для предотвращения обратного потока среды при отключенном насосе. Выбор обратной арматуры так же богат, как и выбор насосов, поэтому важно разобраться в основных характеристиках, влияющих на работоспособность при применении на сточных водах. Обычно предпочтение отдается обратным затворам, отвечающим требованиям стандарта C508 Американской ассоциации водоснабжения (AWWA). Корпуса данной арматуры изготавливаются из чугуна, а внутреннекорпусные детали – из коррозионностойкой стали. Седло в обратных затворах расположено под углом 90°, как правило, они оснащены рычагом и противовесом, способствующим закрытию и указанию положения. Кроме того, затворы могут быть пружинными, с воздушными или масляными демпферами, снижающими удар при резком срабатывании.

Разновидностью традиционного обратного затвора является конструкция с мягким уплотнением и шарнирно закрепленным диском, отличающаяся меньшим ходом и более мягкой и плавной посадкой на седло. Это особенно важно при высоких перепадах давления. Другими преимуществами такой конструкции являются: диск из коррозионностойкой стали, герметично защищенная от воздействия среды шарнирная цапфа,

возможность указания положения затвора и наличие верхней крышки, сняв которую, можно легко и быстро выполнить необходимое техническое обслуживание.

Шаровые обратные клапаны чаще применяются на небольших станциях очистки, где важна экономичность. В них в качестве запирающего элемента используется шар (а не диск). Под действием подающейся рабочей среды шар поднимается и позволяет свободно перемещаться потоку, и вновь садится на седла, перекрывая проходное сечение, при отключении насоса. Шаровые обратные клапаны могут устанавливаться как на горизонтальных, так и на вертикальных трубопроводах.

### Арматура управления насосом

Если головная насосная станция работает при высоком напоре или перекачивает среду по очень длинному магистральному трубопроводу (например, на расстояние в пять миль), может возникнуть необходимость в установке взамен обычной обратной арматуры регулятора управления насосом<sup>1</sup> и специального антипомпажного оборудования. В качестве такого регулятора применяется неполповоротная арматура – конусные, цилиндрические или шаровые краны с пневмо- или гидроприводами, электрически связанными с управляющим контуром насоса. Арматура открывается и закрывается в течение нескольких минут, тем самым изменяя скорость течения среды медленно и предотвращая скачкообразные изменения давления в длинных напорных магистралах. Более того, применение таких регуляторов может существенно сократить энергопотребление благодаря малым потерям напора.

### Запорная арматура

Любые системы с установленными на них насосами и обратной арматурой должны включать в себя отсечные клапаны или другую запорную арматуру, дабы была возможность отсечь систему и провести техническое обслуживание установок напорных насосных станций. Вариантов выбора отсечной или запорной арматуры для систем очистки сточных вод немало, однако вся она должна быть разработана таким образом, чтобы предупредить заклинивание и износ под действием рабочей среды с высоким содержанием твердых частиц.

<sup>1</sup> Термин «Pump control check valve» не имеет точного аналога в русской терминологии. Данная арматура в каталогах ряда зарубежных производителей считается разновидностью обратной арматуры, наряду с обратными клапанами и обратными затворами (прим. ред.).



В качестве арматуры небольших диаметров наиболее экономичным и удачным вариантом могут стать шаровые краны с резьбовыми или фланцевыми присоединительными концами и плавающей пробкой, которая обеспечивает герметичность при посадке на мягкие уплотнения седел в обоих направлениях подачи среды.

Если же требуется арматура больших проходных сечений, то, как правило, выбирают ножевые или клиновые задвижки. Корпуса задвижек чаще всего изготавливаются из чугуна с фланцевыми присоединительными концами. Они соответствуют требованиям стандартов AWWA, в т. ч.: AWWA C500, C509 и C515, и могут быть как с выдвижным, так и с невыдвижным шпинделем. Выдвижной шпиндель предпочтительнее, потому что всегда видно положение запирающего элемента.

Более компактным вариантом с укороченной строительной длиной будет ножевая задвижка, изготовленная по стандарту AWWA C520, получившая свое название от тонкой металлической пластины, выполняющей роль запирающего элемента, похожей на лезвие ножа. Этот нож легко разрезает твердые включения сточных вод. Обычно ножевые задвижки применяются на всасывающих линиях к насосным станциям, так как регулирования при этом не требуется. Задвижки ни в коем случае не должны применяться на дросселируемых средах или там, где необходимо регулирование, так как вибрация может вывести из строя задвижку, находящуюся в неполностью открытом положении.

Другие типы запорной арматуры, используемой в системах очистки сточных вод, – это неполноповоротные эксцентриковые конусные или цилиндрические краны, изготовленные в соответствии с требованиями стандартов SP-108 (Общества по стандартизации в промышленности MSS) или AWWA C517. Седло и пробка эксцентрикового крана размещены со смещением по отношению вала и проходному сечению, тем самым, при подъеме и вращении пробки из положения закрыто исключается повреждение уплотнительных поверхностей седел. Такой принцип действия крана защищает от износа арматуру, работающую с абразивными средами. Более того, если седла все же износились, можно перенастроить привод, придвинув пробку и вновь создав уплотнительную поверхность с плотным прилеганием пробки.

Пробковые краны могут управляться ключом или, если размер крана достаточно большой, – червячным редуктором. Дополнительным преимуществом пробковых кранов является то, что, приводящиеся в действие электро- или гидроприводом, они могут использоваться в качестве регулятора насоса. Они также прекрасно справляются с дросселирующими потоками, регулируя расход среды.

## Воздухоотводчики

Автоматические воздухоотводчики устанавливаются на нагнетательных линиях насосов и ответственных участках напорных трубопроводов с целью предотвращения возникновения в них воздушных карманов или вакуума. Это устройство поплавкового типа, автоматически открывающееся для сброса воздуха, когда тот скапливается в корпусе. При поступлении сточных вод в трубопровод поплавки всплывают и перекрывают выходное отверстие. Воздухоотводчики для систем очистки сточных вод отличаются удлиненными или конусообразными корпусами, что позволяет справляться с засорением и заеданием, а также скошенным дном, упрощающим дренаж, а их внутренние детали изготовлены из нержавеющей стали марки 316 и выдерживают агрессивные свойства сточных вод и газов.

Важность воздухоотводчиков трудно переоценить. С их помощью не только поддерживается пропускная способность трубопровода за счет удаления накопленного воздуха, они выполняют еще и много других функций, включая сглаживание пульсаций при аварийном отключении насоса путем быстрого впуска воздуха и предотвращения возникновения безвоздушного пространства при отрыве столба жидкости. Заметим, однако, что обслуживание оборудования, работающего в условиях систем очистки сточных вод – это всегда непростая и грязная работа. Практика подсказывает, что техническое обслуживание воздухоотводчиков можно сократить за счет нанесения покрытия на внутренние поверхности и изготовления внутренних деталей из нержавеющей стали марки 316 [3].



Воздухоотводчики с установленными под ними задвижками на станции очистки сточных вод

## Водоочистка

Бытовые и промышленные стоки, собранные с помощью канализационных сетей и насосных станций, поступают на централизованное водоочистное сооружение. Типовой



Центробежный насос и обратный клапан с мягким уплотнением в затворе и шарнирно закрепленным диском в сухом колодце канализационной насосной станции

процесс очистки сточных вод можно разделить на три стадии: первичную, вторичную и третичную (глубокую) очистку.

На первой стадии с помощью приемных решеток и сит грубой очистки задерживается механический мусор, например, тряпичные массы и посторонние твердые предметы. Часто несколько погружных насосов закачивают стоки в песколовки, в которых скорость движения среды резко падает, и прошедшие сквозь сита мелкие механические примеси оседают на дно. Такие насосы и связанная с ними арматура должны иметь все те же параметры, которые характерны для оборудования перекачивающих насосных станций.

После предварительной очистки в сточных водах все еще содержатся механические и органические включения, которые удаляются в первичных отстойниках с помощью химических коагулянтов. Органика оседает на дне отстойника, этот осадок через заданные промежутки времени выкачивается из резервуара в установки обезвоживания. Применяемая в этом процессе арматура должна быть разработана на пульпы с содер-



Эксцентриковый конусный кран (справа) и обратный клапан в обвязке канализационного насоса

жанием твердой фазы более 90%. С этими задачами справляются, а значит, широко применяются шаровые и эксцентриковые пробковые краны.

Некоторые станции сталкиваются с серьезной проблемой осаждения струвита (фосфата аммония и магния) в линиях сброженного осадка стоков. Кристаллы струвита могут очень быстро разрастаться и образовывать на внутренних стенках трубопроводов твердую корку, закупоривая проходное сечение. Трубы и оборудование, применяемые в условиях образования струвита, должны иметь эмалированное покрытие, состоящее из 10 миллидюймов керамики, нанесенной с помощью специальной высокотемпературной технологии (1400 °F или 760 °C) на арматуру, трубы и насосы [4].

Оставшаяся органика удаляется на второй стадии методами биологической очистки, часто это либо активная пленка (биофильтр), либо активный ил (аэробное брожение). При использовании пленки биологическая очистка осуществляется при пропуске стоков через фильтр из твердого материала – например, щебня, пластмассовых шариков или гофрированных пластин, на поверхности которых имеется биопленка. Органические частицы поглощаются бактериями, водорослями и грибами и превращаются в биомассу. В процессе очистки активным илом используется воздух, вводимый в среду для ускорения роста микроорганизмов и, соответственно, поглощения ими органических веществ.

В системах аэрации часто используются центробежные нагнетатели большой мощности и приводная регулирующая арматура – обычно поворотные дисковые затворы вафельного типа. Применяемая арматура должна быть разработана для сухих сред и высоких температур до 300 °F (150 °C). Кроме того, на нагнетателях должны быть установлены обратные клапаны, рассчитанные на срабатывание при низком давлении и выдерживающие гидравлические удары при небольших расходах [5].

Процесс третичной (глубокой) очистки может включать биологическую и химическую обработку, нацеленную на удаление растворенных примесей, или глубокую фильтрацию с целью удаления взвешенных частиц. Эта стадия включает в себя также дезинфекцию сточных вод за счет продолжительного контакта с реагентом, например, хлором. После чего в ходе окончательной очистки из воды удаляется хлор, и она готова для повторного применения или сброса в водоемы. Поскольку на этом этапе твердые примеси уже удалены из воды, выбор арматуры может быть более широким. Так, зачастую применяются компактные и недорогие поворотные дисковые затворы, отвечающие требованиям стандарта AWWA C504, особенно на трубопроводах большого диаметра. Также используются обычные задвижки на воду.

На насосных станциях, возвращающих очищенную воду в систему водоснабжения, можно применять обычные для таких систем насосы, обратную и запорную арматуру. Удобна для такого применения неполноповоротная арматура: как дисковые затворы, так и шаровые краны просты и надежны в управлении. Шаровые краны, поставляемые по стандарту AWWA C507, применяются в процессах, для которых существенна потеря напора (давления) и энергоэффективность. Ведь у полнопроходного шарового крана гидравлическое сопротивление такое же, как и у участка трубопровода той же длины.

### Заключение

В процессах очистки сточных вод применяется различная арматура, но общим для всех ее разновидностей требованием является возможность использования на рабочих средах, содержащих большое количество взвешенных твердых частиц. Некоторые виды арматуры, например, бесшумные обратные клапаны и дисковые затворы, нельзя использовать для неочищенных сточных вод. Взамен следует устанавливать специально предназначенные для этого ножевые задвижки и эксцентриковые пробковые краны – рабочие лошади процессов водоочистки.

### ⇒ Список литературы

1. U.S. Environmental Protection Agency (EPA), "Primer for Municipal Wastewater Treatment Systems", Document EPA 832-R-04-001, September, 2004.
2. Submersible Wastewater Pump Association, "Submersible Sewage Pumping Systems" Handbook, 4th ed., 2012.
3. Ballun, John V., "Coatings can Make a Difference in Wastewater" VALVE Magazine; Summer, 2015.
4. Val-Matic Valve, "Mission Possible", Water & Wastes Digest, October, 2004.
5. Aerzen USA Corporation (Aerzen), "Aeration Blowers in the Wastewater Industry in North America", 2015.

*Теперь, когда мы научились летать по воздуху, как птицы, плавать под водой, как рыбы, нам не хватает только одного: научиться жить на земле, как люди.*

*Джордж Бернард Шоу*



**ВАШ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ И НАДЕЖНЫЙ ПОСТАВЩИК ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ, ФЛАНЦЕВ И ФИТИНГОВ!**



**STAINLESS STEEL & CARBON STEEL**



**VALTEK (Shanghai) Ind. Co., Ltd.**

MAIL: [valtek@val-tek.com.cn](mailto:valtek@val-tek.com.cn)

TEL: +86-21-6469-5232

FAX: +86-21-6481-2319