

От редакции

Оригинальная статья была опубликована в журнале Valve World, November, 2015, p. 84 ([www.valve-world.net](http://www.valve-world.net)).  
Перевод Т.С. Склярской.



## Сохранение водных ресурсов — важнейшая задача 21 века

James Chater

» Сегодня перед нашим миром с его растущим населением и расширяющейся городской застройкой как никогда остро стоит проблема водных ресурсов. «Рациональное природопользование» — выражение расхожее, но по отношению к использованию воды его смысл очевиден: научиться делать все возможное для уменьшения ее расхода, а также расхода энергии, необходимой для ее транспортировки и распределения. Водопроводные системы всего мира страдают огромными утечками и неэффективностью очистных мощностей. Во многих отраслях промышленности нужны перемены с целью сократить или вовсе отказаться от потребления воды. В настоящей статье приводится обзор областей применения, требующих рационального использования воды, а также новых разработок конструкций арматуры, применяемой в водоснабжении.

### Как не надо и как надо

Мы уже платим смертельную цену за нарушения стабильности климата (по-видимому, вызванные Южной осцилляцией, глобальным потеплением или и тем и другим вместе): паводки и наводнения на юге Франции, тайфун в Южном Китае и лесные пожары в Калифорнии из-за длительной засухи.

И, будто этого недостаточно, политики и военные как сговорились, чтобы еще больше усугубить си-

туацию. Наплыв беженцев привел к дефициту воды в Иордании, а в это время ИГИЛ<sup>1</sup> перекрывает дамбы с целью лишить воды соседние районы Ирака и Сирии. К тому же обе эти страны не в ладах с Турцией, которая, как они заявляют, удерживает своими плотинами слишком много воды. Дефицит воды грозит усилить хаос на Ближнем и Среднем Востоке.

<sup>1</sup> ИГИЛ — Запрещенное в России Исламское государство Ирака и Леванта (Islamic State of Iraq and the Levant, ISIS).



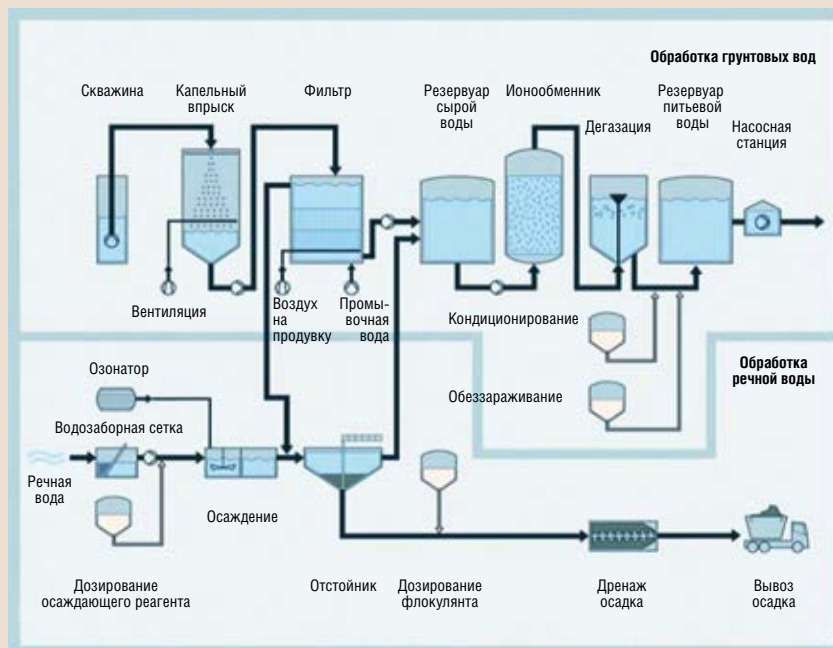
Даже без учета этих бедствий вся тяжесть положения отчетливо видна из печальной статистики.

Знаете ли вы, что?

- *Мировое потребление воды к 2050 г. возрастет в пять раз.*
- *Ежегодно грязная вода уносит около 2,2 миллионов жизней.*
- *Запасы воды в Китае примерно такие же, как в Канаде, но население Китая в 40 раз больше.*
- *В США вода, используемая при гидроразрывах пластов при добыче сланцевой нефти и газа, составляет менее 1% от общего потребления воды в промышленности.*
- *По данным Водоканала Сиднея, переход с однорежимного смывного бачка в туалете на двухрежимный позволяет сэкономить около 25000 литров воды в год.*
- *Ежедневные утечки через водопроводы Лондона составляют 680 миллионов литров, что составляет 40% от общего транспортируемого объема.*
- *Ежедневные потери воды в США – 26 млрд литров.*

Причем речь уже не только о дефиците воды на поверхности. Подповерхностные запасы тоже иссякают. Согласно отчету NASA, треть запасов подземных водоносных пластов уже исчерпана, и никто не знает, на сколько лет хватит оставшихся [1].

У всех стихийных бедствий и чрезвычайных ситуаций есть одна общая черта: вода используется не так и не так (непомерно много, чересчур мало или слишком грязная), не в том месте и не тогда, когда надо. Самая насущная задача рационального использования воды заключается в исправлении этого дисбаланса настолько, насколько это в силах человека: использовать воду в нужном объеме, нужного качества, в нужном месте и в нужное время.



Технологическая схема станции подготовки питьевой воды. Источник: Siemens

### Водные ресурсы в мире

В ряду самых засушливых стран – две крупнейшие экономики мира: Китай и Соединенные Штаты. Чрезвычайная перенаселенность вкупе с интенсивным развитием промышленности Китая стали причиной высокого уровня загрязнения воздуха, почвы и воды. В апреле 2015 г. правительство опубликовало свой «План действий по предотвращению загрязнения воды», в котором подробно описаны меры, которые следует предпринять к 2020 и к 2030 годам: реки, прибрежные и грунтовые воды должны быть очищены, источники воды должны быть защищены от загрязнения, качество городской питьевой воды должно быть повышено, будут закрыты ряд заводов и фабрик, загрязняющих окружающую среду.

В некоторых районах Соединенных Штатов нехватка воды возникает вследствие экстремальных климатических условий (засухи и наводнения), усугубленных запущенной инфраструктурой, десятилетиями не знавшей ремонта: некоторые водопроводы были проложены еще во времена Гражданской войны и сделаны из дерева. По данным

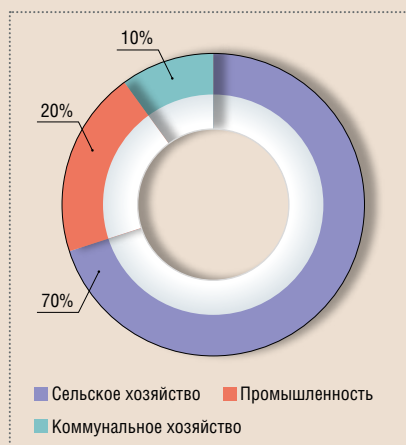
ASCE<sup>2</sup>, Соединенные Штаты в течение следующих 25 лет должны будут вложить в капитальный ремонт инфраструктуры водоснабжения не менее 1 триллиона долларов [2]. В Калифорнии положение стало настолько критическим, что был разработан проект доставки пресной воды в области, страдающие от засухи, морем из Аляски. Компания Alaska Bulk Water хотела реализовать его еще прошлым летом, но не смогла из-за проблем с логистикой. Некоторые города, особенно на юге, десятилетиями борются с нехваткой воды, и жителям пустынных районов придется менять свой привычный образ жизни, например, заместив свои пышные газоны кактусами. В одном из самых засушливых мест – в столице штата Калифорнии Сакраменто, реконструируется станция очистки сточных вод в Элк Гроув (Elk Grove). Цель при этом двоякая: улучшить водоподготовку в соответствии с новыми нормативными требованиями и повысить качество воды, сбрасываемой в реку Сакраменто. Проект, запущенный в мае 2015 г., планируется завершить в период между 2021 и 2023 года-

<sup>2</sup> Американское общество инженеров гражданского строительства (American Society for Civil Engineers).

ми. Подобные проекты реализуются и в других богатых, но засушливых странах – Сингапуре, Китае и ОАЭ.

## Рациональное использование воды

Рациональное использование воды складывается из нескольких взаимосвязанных областей деятельности: ее очистка, особенно это касается питьевой воды (включая обессоливание) и сточных вод, сбережение (включая рециркуляцию и повторное использование), восполнение водных запасов, транспортировка воды и регулирование паводков. Ряд проектов



Потребление воды в разных отраслях в процентном отношении



Компания PepsiCo сократила потребление пресной воды до 70% за счет внедрения комплексного решения Siemens в области повторного использования воды. Разработанный Siemens мембранный биореактор MemPulse очищает воду путем отделения твердых частиц от жидкости.

## Неожиданные области применения воды

Роль воды на большинстве промышленных объектов достаточно известна и понятна. А вот две не столь широко известных области ее применения:

- **Очистка балластной воды.** Суда часто сбрасывают балластную воду совсем не такой чистоты, какой она была при заборе. Это наносит вред экосистемам из-за попадания в них инородных частиц. Поэтому системы балластной воды должны предусматривать ее очистку перед сбросом, что предполагает фильтрацию и обеззараживание ультрафиолетом лампами среднего давления.
- **Сверхчистая вода.** Такая вода крайне важна для ряда отраслей промышленности, включая производство полупроводников. В этой воде минимальное содержание ионов, солей и минералов. Большие объемы сверхчистой воды необходимы для производства аккумуляторов, применяемых в полупроводниковых фотоэлементах.

наглядно иллюстрирует, как все эти виды деятельности объединены одним общим интересом: сбережение как водных ресурсов, так и энергии.

В Сиднее обретает очертания крупнейший в мире очистной завод, который позволит сэкономить до 1 миллиона литров воды в сутки. Канализационные и сточные воды после их сбора и очистки будут направляться на повторное использование в различных целях, например, в общественных туалетах, в автомойках, в стиральных машинах при стирке холодной водой – туда, где прежде расходовалась питьевая вода. Таким

образом, питьевую воду можно сохранить – как, например, это уже делается на ТЭЦ Covanta Delaware Valley, работающей на отходах, где после внедрения приобретенной у GE технологии повторного использования воды ежедневно экономится 1,3 миллионов галлонов.

В г. Сандерленд, Великобритания, для смывных бачков туалетов на предприятиях используется дождевая вода, доказывая тем самым, что и британский климат может на что-то согдиться!

В Бухаресте старая водопроводная сеть была модернизирована компанией Grundfos путем установки в нее системы связанных друг с другом смарт-насосов. Количество работающих насосов поставлено в зависимость от колебаний потребления воды пользователями, что помогло снизить объемы подачи воды, благодаря чему уменьшились утечки и энергопотребление. Экономия энергии также была достигнута на новом заводе в Сингапуре, где сама же грязь, содержащаяся в сточной воде, помогает ее очищать. Вода под напором подается на сетку, грязь осажается на ней, и сетка работает как мелкоячеистый фильтр, пропускающая через себя только чистую воду.

Из-за возросших экологических требований в большинстве стран теперь уже нельзя сбрасывать неочищенные промышленные стоки



Станция по очистке воды Suez Environment в Меистрацхейме, Франция. Фото © J. Voccon-Gibon

или канализационные отходы в окружающую среду. Одно из решений – это применение современных технологий очистки, таких, например, как ультрафильтрующий мембранный биореактор (MBR), поставленный GE на станцию по очистке сточных вод в Брюсселе. После такой очистки вода вновь может применяться, как это имеет место, например, на станции очистки воды Huaí Fang в Пекине, построенной Suez Environnement. Заново пустить в дело можно не только воду: в Соединенных Штатах, например, компания Veolia<sup>3</sup> совместно с американской компанией Sewerage & Water Board внедрила проект использования твердой биомассы, остающейся после очистки сточных вод, для обработки заболоченных земель, в результате чего пригородные болота превратились в кипарисовые леса. Некоторые современные проекты водопользования стремятся обойтись без внешних источников энергии за счет использования полупроводниковых солнечных батарей, нагревателей горячей воды на солнечной энергии и систем использования отводящегося тепла. И речь не только об отдаленных регионах Австралии,

<sup>3</sup> Veolia Environnement – французская многопрофильная компания, базирующаяся в Париже. Специализируется на четырех сферах деятельности, в т. ч. на поставке и очистке воды (как для муниципальных, так и промышленных нужд).

но и о таких амбициозных проектах как модернизация станции по очистке сточных вод SIAAP в предместье Парижа, проводимая компанией Veolia.

## Вода в производстве

Вода используется не только для бытовых нужд, но и в промышленности, и рациональное ее использование жизненно важно для многих отраслей. Ужесточение требований, изложенных в нормативно-правовых документах, вынуждает компании проводить очистку любых стоков. Рынок систем ZLD («нулевые жидкие сбросы») быстро растет и оценивается уже почти в \$200 миллионов в год. Эти системы начали применяться на электростанциях и теперь распространяются на другие отрасли, такие как горнодобывающая, уголь-

ная и нефтехимическая. Примером масштабного проекта может стать Кенийская станция по очистке воды в угольном бассейне Сурата на юге Квинсленда, на которой очистка пластовой воды при добыче газа угольных пластов проводится с применением технологий ультрафильтрации, ионного обмена, обратного осмоса и выпаривания солевых растворов.

Обработка стоков и технологической воды входит в состав технологических цепочек в большинстве отраслей промышленности, включая химическую, нефтегазовую, сталеплавильную, целлюлозно-бумажную, пищевую и энергетическую. Вода используется и по-другому, например, в качестве хладагента в тепловой энергетике или для генерации пара на атомных станциях, что требует применения высоконикелевых сплавов, выдерживающих давление и температуру.

Применение воды в энергетике особенно наглядно и поучительно, поскольку вода и энергия взаимозависимы: испарение воды требуется для получения энергии (особенно в реакторах с водой под давлением), в то же время обработка воды и ее транспортировка требуют затрат энергии. Тесная связь воды и энергии подчеркивается рядом проектов, где ведется не только очистка сточных вод, но и обработка осадка для дальнейшей выработки энергии. Французская компания Suez Environnement, используя мембранные технологии сепарации, разра-

## Арматура, созданная 4D-печатью

*В технологии «4D-печати» четвертым измерением стало время: изготовленные 3D-печатью структуры способны под воздействием определенных условий со временем изменять напечатанную форму. В Австралии команда под руководством профессора M. in het Panhuis из Вуллонгонгского университета создала автономный биомедицинский клапан, который открывается в теплой воде и закрывается в холодной. Он собран из четырех разновидностей твердых и мягких, меняющих свою форму в воде, гидрогелей – полимерных структур, изготовленных с помощью 3D-печати. Система приводов внутри клапана, по-разному реагируя своей деформацией на горячую или холодную воду, открывает или закрывает его [3].*





Станция очистки воды Water's North Head в Сиднее, Австралия

ботала процесс, позволяющий превращать стоки в сжиженный биогаз (биометан). Данная технология прошла испытания в Ареве в Ля Рош-сюр-Форон (Валентон, Франция) и будет применяться на строящейся станции очистки в Страсбурге. В Новом Орлеане технология анаэробных мембранных биореакторов, разработанная GE, и анаэробный дигестер<sup>4</sup> Tribrid-Bioreactor™ разработки PurposeEnergy будут вместе использоваться для обработки стоков пищевой промышленности и превращения их в чистую воду и энергию.

## Арматура

Арматура и насосы применяются в различных системах на разных стадиях процессов управления водными ресурсами. Там, где применяются насосы, арматура необходима для кон-

<sup>4</sup> Биореактор непрерывного действия с полным перемешиванием, в котором предусмотрена рециркуляция биомассы после обработки стоков.

троля расхода и давления. Например, на станции по очистке загрязненной воды Iron Bridge Water в Орландо (Техас) две ножевые задвижки, установленные на главной насосной станции, распределяют приточную воду между двумя расположенными там большими водоприемными колодцами. Арматура, поставленная компанией Lined Valve, изготовлена из нержавеющей стали 316, чтобы выдерживать высокое давление и противостоять коррозии. Арматуру из нержавеющей стали выпускают многие производители. Самым распространенным материалом для нее всегда была малоуглеродистая аустенитная сталь, прежде всего марки 316. Считалось, что дуплексную нержавеющую сталь очень сложно отливать, однако, сегодня производители арматуры начинают постепенно осознавать полезность данной стали в условиях высокой коррозионной и эрозийной активности. Например, компания GEMU расширила линейку

клапанов марки Victoria®, включив в нее клапан C480, диск которого изготовлен из супердуплексной нержавеющей стали. Клапаны разработаны для систем очистки воды, установок опреснения морской воды и электростанций. Супердуплексные стали присутствуют и в недавнем заказе, полученном Mitech от компании Umgeni Water на поставку 42 поворотных дисковых затворов для хранилищ воды и систем ее очистки. Корпуса затворов изготовлены из углеродистой стали WCB, а валы и диски – из супердуплексной стали, что позволяет арматуре работать на хлорированной воде.

## Заключение

Воду называют «нефтью 21 века». Разрыв между предложением и спросом и вправду вызывает тревогу. Но как только ощущается нехватка воды, компании по водопользованию (так же как и нефтегазовые компании) находят новые толковые решения. Потребность в воде стимулирует развитие технологий и тем самым открывает широкие возможности перед поставщиками материалов и оборудования. С одной только оговоркой: львиная доля актуальных проектов приходится на процветающие страны с развитой промышленностью: США, Китай, Ближний и Средний Восток, Европа, Сингапур и Австралия. А ведь потребности менее развитых стран тоже велики, если не больше, но в состоянии ли они позволить себе использование продвинутых технологий? В этом заключается гуманитарная проблема, которую нужно решать.

### ☞ Список литературы:

1. [www.nasa.gov/jpl/grace/study-third-of-big-groundwater-basins-in-distress](http://www.nasa.gov/jpl/grace/study-third-of-big-groundwater-basins-in-distress).
2. Eric Fry, "It's Time to Clean Up!", Non-Dollar Report, 19 September 2015.
3. <http://phys.org/news/2015-04-3d-year-4d.html>.