

ОСМОС С ДОСТАВКОЙ НА ДОМ

Новая концепция транспортировки и очистки воды в централизованных системах водоснабжения города

Для жителей г. Перми, как и большинства городов, актуальна проблема снабжения качественной питьевой водой. По официальным данным [1], ежегодное потребление воды города Перми составляет 231,4 - 227,8 млн. м³, из них для питьевых целей расходуется 2 - 4%, т.е. 2,3 - 4,6 млн. м³. Перспективы развития централизованного водоснабжения следует рассматривать с учетом новых факторов:

- появления частных операторов на рынке водоснабжения;
- возможности выбора альтернативного питьевого водоснабжения;
- значительного удорожания стоимости питьевой воды при внедрении новых технологий.

Действующие в городе системы хозяйственно-бытового водоснабжения были построены и реконструировались с учетом технологической схемы, позволяющей осуществлять очистку природных вод с умеренным антропогенным загрязнением [2]. Технологическая схема подготовки питьевой воды на очистных сооружениях города Перми предусматривает отстаивание, реагентную обработку, фильтрование и обеззараживание воды. При этом обеспечивается очистка воды от взвешенных веществ, органических соединений, а также от микробиологических загрязнений. В отношении химических соединений барьерная роль существующих технологий чрезвычайно мала [2]. В водопроводной воде у потребителя, как правило, присутствуют три вида загрязнений:

- природные и антропогенные загрязнения, не задерживаемые на очистных сооружениях (Ca, Mg, Mn, Cu);

К воде для питьевых и хозяйственных нужд предъявляются неодинаковые требования, требующие различных технологических схем очистки и транспортировки и, соответственно, разных затрат. Прокладка новой централизованной системы трубопроводов питьевой воды нереальна как по технологическим, так и по экономическим соображениям. Новая концепция транспортировки и очистки воды для систем централизованного водоснабжения предлагает разделение водных потоков на питьевой и хозяйственный и доочистку воды на кустовых станциях «у потребителя».

- ингредиенты, вносимые в воду в ходе очистки (преимущественно Cl, Al);

- загрязнения, накапливаемые при транспортировании воды (Fe и др.).

В настоящее время вопрос повышения качества воды решается централизованно на городских очистных сооружениях путем совершенствования технологических систем очистки. Однако при существующей единой системе транспортировки для хозяйственных и питьевых вод требуется очищать весь объем подаваемых вод. Высокая себестоимость новых технологий очистки воды ограничивает их применение для всего объема хозяйственно-питьевых вод. Очевидно, разные требования к потребляемой воде для питьевых и хозяйственных нужд требуют различных технологических схем очистки и транспорта и, соответственно, разных затрат. Вода, подаваемая в город по централизованному хозяйственно-питьевому водопроводу, оплачивается из расчета до 0,02 руб./л, тогда как чистая питьевая вода, реализуемая через сеть бутылирования, - от 1 до 2 руб./л. Действительно, обработка воды до

стандартов качественной воды требует огромных затрат. При этом очистные устройства, расположенные на водозаборе, не спасут ее от загрязнения при транспортировке. Прокладка новой централизованной системы трубопроводов питьевой воды нереальна как по технологическим, так и экономическим соображениям. Поэтому рационально расположение станций доочистки питьевой воды «у потребителя».

В настоящее время находят применение локальные очистные установки для получения питьевой воды. Установки могут быть классифицированы по:

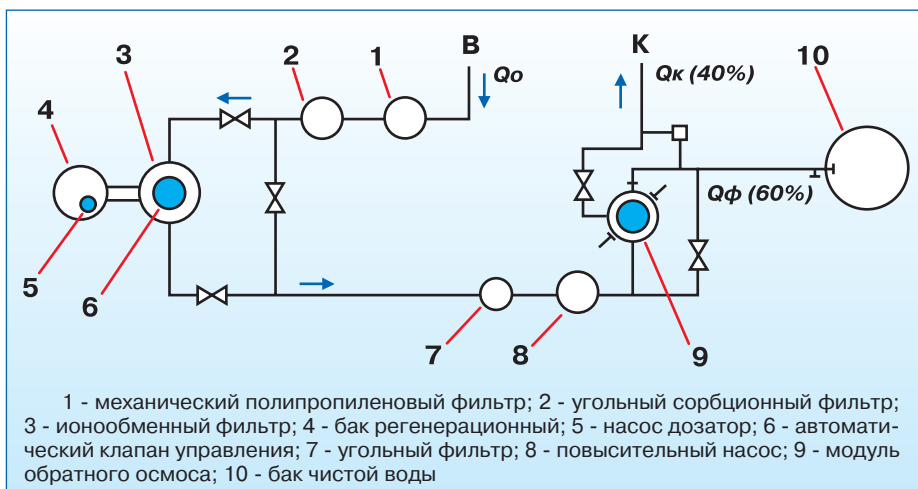
- расходу (на одну семью, на несколько семей, подъезд, дом);
- по месту установки (в квартире, в доме).

Размещение таких установок доочистки «по-подъездно» и «на дом» проблематично в связи с необходимостью их квалифицированного обслуживания. Компромиссом могут стать кустовые станции подготовки питьевой воды на системах централизованного водоснабжения города. При этом станции могут стать как частью системы в составе управления Водоканала, так и самостоятельной системой питьевого водоснабжения города.

Новая концепция транспортировки и очистки воды для систем централизованного водоснабжения, заключающаяся в разделении потока воды на хозяйственный и питьевой и доочистке воды на кустовых станциях, приближенных к потребителю, открывает перспективы широкого применения новых технологий, в т.ч. обратного осмоса. Мембранная технология для очистки воды с целью получения питьевой воды высокого качества (ПВВК) имеет ряд преимуществ по сравнению с другими способами, а именно:

- низкие энергозатраты;
- высокая селективность обратного осмоса от всех видов загрязнений;

■ Рис. 1. Технология водоочистного комплекса



- отсутствие накопительных функций мембран в отличие от ионообмена и сорбции;

- сохранение у воды природных свойств вследствие реструктуризации при прохождении через мембраны.

Как ранее указывал Л.А. Кульский [3] и другие, так и сегодня нет единого мнения о механизме полупроницаемости мембран. Некоторые ученые объясняют действие мембран ультрафильтрацией, когда через поры мембран проходят молекулы воды и не проходят ионы растворенных веществ. Такой подход упрощает действительный процесс обратно-осмотической сепарации раствора. Согласно диффузной теории компоненты системы растворяются в материале мембраны и диффундируют через нее. Селективность объясняется различием коэффициентов диффузии и растворимости компонентов. Предполагается наличие в структуре мембраны воды в связанном или капиллярном состоянии. В первом случае она посредством водородных связей объединяется с кислородом карбонильных групп материала мембран, во втором - заполняет относительно крупные поры, создавая при этом селективный барьер, так как ионы солей не способны образовывать водородные связи. Допускается, что в водном растворе на поверхности гидрофильной мембраны в результате отрицательной адсорбции появляется слой чистой воды. Поэтому, если диаметр пор мембраны не превышает удвоенной толщины такого слоя, то через поры мембран могут проходить только молекулы воды. Селективность мембран объясняется особыми свойствами воды, приобретаемыми в капиллярах из-за полной или частичной потери растворяющей способности. Капиллярная модель полупроницаемой мембраны объясняет изменение задерживающей способности мембран в водных растворах в соответствии с лиотропными рядами:

- для катионов $Sr^{++} > Ba^{++} > Na^{+} > K^{+}$;

- для анионов $SO^{-} > Cl^{-} > Br^{-} > NO^{-} > J^{-}$.

В лаборатории «Системы и технологии очистки воды» Пермского государственного технического университета разработаны технология очистки воды из горводопровода и водоочистной опытный технологический комплекс для приготовления питьевой воды высокого качества. Предлагаемая технология позволяет использовать водопроводную воду с высоким исходным содержанием кальция, магния, железа, других природных и антропогенных веществ для получения питьевой воды высокого качества. Технологическая схема очистки воды включает в себя фильт-

■ **Таблица 1.** Расчет стоимости общей системы доочистки воды на кустовых станциях

№ п/п	Показатель	Ед. изм.	Кол-во
1.	Норма водопотребления на каждого жителя Перми в сутки	л/сут./чел.	380
2.	Общий объем питьевой воды для города (население 1 млн. чел.) в год	млн. м ³ /год	2,3 - 4,6
3.	Количество кустовых станций доочистки воды	штук	30 - 50
4.	Производительность одной кустовой станции	м ³ /ч	20 - 100
5.	Стоимость одной кустовой станции площадью 60 - 80 м ²	млн. руб.	30 - 50
6.	Стоимость общей системы доочистки воды	млн. руб.	До 2500

■ **Рис. 2.** Общий вид водоочистного комплекса



рование, сорбцию, ионообмен, обратный осмос. Поэтому вода не только очищается от загрязнений, но и проходит реструктуризацию, придающую ей исходные природные свойства. В качестве обратно-осмотического элемента применен модуль СОМ О 250-12 производства ООО «ОС-МОС» (г. Санкт-Петербург) (Рис. 1).

Разработка кустовых станций подготовки питьевой воды требует проведения комплекса научно-исследовательских работ с целью получения научно-обоснованных решений их размещения, определения оптимальной производительности и создания эффективных технологических схем очистки. Затраты по строительству кустовых станций подготовки питьевой воды представлены в таблице 1.

Реализация новой системы транспортировки и очистки воды может быть поэтапной. Для финансирования могут привлекаться средства как государства, так и частных инвесторов.

ВЫВОДЫ

Получение качественной питьевой воды для населения города достигается изменением систем транспортировки воды, а именно разделе-

нием единого потока воды на хозяйственный и питьевой и строительством дополнительных станций доочистки воды, приближенных к потребителю.

Применение комбинированного метода очистки с использованием сорбции, ионообмена и обратного осмоса позволяет рационально решать задачу получения питьевой воды высокого качества из источников централизованного водоснабжения с сохранением природных свойств при низких затратах и в необходимых объемах.

Александр Мелехин,
доктор технических наук,
заведующий кафедрой
водоснабжения и водоотведения
Пермского государственного
технического университета

Литература:

[1] Состояние и охрана окружающей среды г. Перми в 2004 г.: справочно-методические материалы. Пермь: Звезда, 2005.

[2] Подготовка воды питьевого качества в г. Перми / Н.Е. Соловьев [и др.]. Пермь, 1999.

[3] Справочник по свойствам, методам анализа и очистки воды / Л.А. Кульский [и др.]. Киев: Наукова думка, 1980.