

## Введение

Питьевая вода — наиболее дефицитное вещество в мире при всем кажущемся ее изобилии. Во всех видах ее использования она обладает экономической ценностью и должна быть признана в качестве экономического блага. Отсутствие в прошлом признания экономической ценности водных ресурсов привело к расточительному и опасному для окружающей среды использованию этого ресурса, тогда как рациональное управление водными ресурсами как экономическим благом, рационализация водопользования являются надежным способом достижения эффективного и надлежащего использования и стимулирования сохранения и защиты водных ресурсов.

Сегодня существуют политические и экономические решения, направленные на сокращение потерь воды, на совершенствование управления водными ресурсами, на уменьшение потребностей в них.

Большая часть населения мира по-прежнему имеет ограниченный доступ к воде, спрос на этот ресурс высок, как никогда. Потребление пресной воды за последние полвека утроилось, а орошаемые площади увеличились вдвое. Этот скачок связан в первую очередь с демографическим ростом.

В условиях растущего дефицита многие страны уже начали включать стратегию управления водными ресурсами и снижения всех видов потерь воды в свои планы устойчивого развития.

Потери воды в системе водоснабжения — постоянная проблема инженеров по эксплуатации, это острый вопрос оперативного управления даже в странах с хорошо развитой инфраструктурой и хорошей практикой эксплуатации сетей.

Перечислим основные причины, побуждающие бороться с утечками воды и с другими видами ее потерь:

- дефицит водных ресурсов, как существующих, так и потенциальных;
- опасность вторичного загрязнения питьевой воды в случае снижения напора в месте утечки;
- финансовые и экономические аспекты;
- необходимость привлечения новых источников воды и, следовательно, дополнительных мощностей сооружений и капитальных вложений.

Утечки воды приводят к материальному и экологическому ущербу, вызванному подтоплением, коррозией инженерных сооружений, осадками сооружений, карстовыми явлениями, оползнями, потерями водного ресурса. В результате может происходить резкое ухудшение территориальной и техногенной литосферы ресурсов, в том числе водных. Утечки

воды из водонесущих коммуникаций отрицательно сказываются на надежности и прочности возведенных сооружений, зданий, инженерных коммуникаций (прежде всего водонесущих). Наконец, утечки из сети отрицательно влияют на фитогенез и на самого человека (загрязнение воды, излишняя водонасыщенность грунтов, ухудшение качества жилищ).

Существующий уровень потерь воды в коммунальном водоснабжении городов нашей страны довольно высок — по имеющимся данным только в жилищном фонде величина потерь воды в среднем по России составляет 21 % от общего водопотребления, а в отдельных городах достигает 40 % [1]. Поэтому весьма актуальны проблемы и пути решения сокращения потерь воды, поскольку они оказывают существенное влияние на качество и себестоимость услуг водоснабжающих предприятий.

Ключом к разработке стратегии снижения потерь воды является анализ причин возникновения потерь и факторов, влияющих на них. После этого могут быть разработаны технологии и методы, адаптированные под особенности устройства водопроводной сети и местные факторы влияния, с тем, чтобы устранить или минимизировать причины потерь воды в порядке их приоритетности.

Диагностический подход, расчет водного баланса, водный аудит, вслед за которым следуют разработка и внедрение решений, являющихся практичными и реализуемыми, могут применяться любой водопроводной компанией в любой стране мира для разработки стратегии снижения потерь воды. В конкретных исследованиях, на которые даны ссылки в этой книге, приведены примеры проблем и путей их решения при разработке такой стратегии.

Первым этапом в разработке стратегии снижения потерь воды является постановка вопросов о влиянии на величины потерь воды характеристик и устройства сети, практики ее эксплуатации, анализа факторов, дестабилизирующих надежность трубопроводов и приводящих к утечкам и потерям воды, после чего предлагаются решения, используемые для формулирования и реализации стратегии. Типичными здесь являются следующие вопросы: сколько воды теряется; где происходят потери; почему происходят потери; какие стратегии могут быть применены для снижения потерь и улучшения эксплуатационных характеристик; как мы можем поддерживать эту стратегию?

В монографии все эти вопросы рассмотрены, а также предложены задачи и решения, которые комплексно объединены в стратегию снижения потерь воды, приведен опыт Московского водопровода по снижению потерь воды.

# Глава 1. АНАЛИЗ И ПОИСК УТЕЧЕК ВОДЫ В СИСТЕМАХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

## 1.1. Классификация утечек и потерь воды

Проблема потерь воды возникла одновременно с созданием централизованных систем водоснабжения. Производство питьевой воды всегда превышает размер суммарной рациональной потребности, что обусловлено рядом причин технического характера, а также бесполезным потреблением и неучтенными расходами воды. **Утечки воды** — самопроизвольное истечение воды из емкостных сооружений и различных элементов водопроводной сети при нарушении их герметичности и авариях. В нормативно-технической литературе приняты следующие основные понятия в части утечек и потерь воды: **неучтенные расходы воды** — разность между объемами забранной воды водозаборными сооружениями и отпущенной (полученной) питьевой воды абонентам; **потери воды в системе водоснабжения** — объем воды, теряющейся при ее транспортировании, хранении, распределении и охлаждении [2].

Теоретически показатель «неучтенные расходы воды» должен отражать (и, соответственно, в него должны включаться в качестве составляющих) неоплачиваемые, но необходимые технологические расходы, обеспечивающие нормальную эксплуатацию и хозяйственно-финансовую деятельность водоснабжающего предприятия, т.е. расходы, которые технически неизбежны.

**Нормативы неучтенных расходов воды** — показатели, отражающие технически реальную (обоснованную) структуру и размеры неучтенных расходов воды для предприятия, эксплуатирующего водопроводную сеть, подлежащие включению в состав затрат при калькулировании себестоимости и формировании тарифов на услуги по водоснабжению, расчете лимитов забора воды из водных источников, корректировке норматива водопотребления для населения и промышленных предприятий.

Неучтенные расходы воды структурно подразделяются на группы:

- полезные, технологически необходимые расходы воды;
- потери воды из водопроводной сети и емкостных сооружений;
- нерегистрируемые.

К **полезным**, технологически необходимым, но неучтенным, относятся расходы воды на [2]:

- собственные нужды предприятия водопроводно-канализационного хозяйства;

- дезинфекцию и промывку тупиков, действующих и новых участков трубопроводов;
- проверку пропускной способности участков водопроводной сети при работе гидрантов на водоотдачу;
- промывку и дезинфекцию участков трубопроводов новых водопроводных сетей (новое строительство);
- опорожнение, промывку, дезинфекцию резервуаров питьевой воды (РПВ);
- технологические нужды эксплуатации сети водоотведения (промывка и прочистка сетей);
- тушение пожаров;
- проверку пожарных гидрантов;
- нужды городского хозяйства, не предъявляемые к оплате потребителям по решению местных органов власти.

**Потери воды** из водопроводной сети и емкостных сооружений включают:

- а) скрытые утечки воды из водопроводной сети и емкостных сооружений;
- б) видимые утечки воды при авариях и повреждениях трубопроводов и арматуры;
- в) потери воды при проведении работ, связанных с устранением повреждений на водопроводной сети (ремонте трубопроводов, арматуры и сооружений);
- г) утечки через водоразборные колонки.

**Нерегистрируемые расходы** включают:

- расходы воды, не зарегистрированные средствами измерений вследствие недостаточной чувствительности и наличия погрешности средств измерений;
- расходы воды, не регистрируемые организацией водопроводно-канализационного хозяйства и не оплаченные потребителями при самовольном пользовании системами коммунального водоснабжения.

Величина неучтенных расходов воды определяется на основе сбора, систематизации, обработки фактических данных по эксплуатации городских водопроводных сетей. Общая величина неучтенных расходов воды для конкретной системы водоснабжения определяется как сумма соответствующих объемов воды по вышеперечисленным группам, входящим в структуру неучтенных расходов.

Разовое определение всех видов неучтенных расходов и потерь воды, включая утечки воды из сети, непосредственно на водопроводах, невозможно, учитывая непрерывный цикл производства и потребления воды. Кроме того, этот подход не позволяет получить достоверные данные об их дальнейшем уровне, так как при таком определении случайные, нехарактерные значения имеют большую вероятность [3]. Поэтому целесообразно применение расчетных методов, базирующихся на вероятностно-статистических оценках, в основу которых должны быть положены накопленные за длительные периоды наблюдений данные о фактических расходах воды и эксплуатационные данные, отражающие технически реальную структуру и величину неучтенных расходов воды.

Важной частью объема неучтенных, а значит, неоплаченных потерь воды являются скрытые утечки из трубопроводов. Огромное число стыков стальных и чугунных труб в сети, в каждом из которых, в принципе, возможны появление течи, наличие свищей из-за внутренней или внешней коррозии, предопределяет возможность появления мелких течей, существование которых зачастую нельзя определить внешним осмотром трасс трубопроводов. Эти течи могут существовать длительное время, пока не приведут к аварии и не будут устранены.

В жилищном фонде потери воды обусловлены главным образом — утечками из-за неудовлетворительных сантехнических характеристик применяемой санитарно-технической арматуры, недостатков в организации технической эксплуатации водоразборных и запорно-регулирующих устройств, повышенных напоров в трубах.

Кроме того, потери воды могут быть увеличены за счет нерационального использования воды, которое, с одной стороны, обуславливается традициями и сложившимся укладом жизни, с другой — является следствием технических причин. Данные наблюдений показывают, что нерациональное использование воды определяется прежде всего отношением потребителей к воде и в меньшей степени техническими причинами.

Нерациональное использование воды, обусловленное техническими причинами, может быть вызвано, например, повышенными напорами у водоразборной арматуры, длительным процессом регулировки смесителей до получения требуемой температуры горячей воды, сбросом воды из систем горячего водоснабжения, охлаждением вследствие неудовлетворительной циркуляции воды в системах, некачественной теплоизоляции трубопроводов.

В действующих системах транспорта воды, как показывают данные наблюдений, при перебоях в водоснабжении нерациональное использование питьевой воды в жилищном фонде обычно резко возрастает.

На коммунально-бытовых и промышленных предприятиях, а также на предприятиях строительства, транспорта и т.д. вода используется для хозяйственно-питьевых нужд и технологических целей. В соответствии с этим потери воды на предприятиях должны рассматриваться по видам ее потребления. Потери воды при хозяйственно-питьевом водопотреблении на предприятиях, а также в различных зданиях общественного назначения обусловлены в основном теми же причинами, что и в жилищном фонде.

Нерациональное использование воды в технологических производственных процессах вызывают такие причины, как, например, несовершенство схем использования воды, неоптимальные параметры работы установленного производственного оборудования и др.

Технологические потери воды обусловлены технологией ее добычи, производства и транспортирования, они неизбежны, поскольку необходимы предприятию водоснабжения для обеспечения нормальной технической эксплуатации сооружений.

Размер технологических потерь на предприятиях, осуществляющих централизованное водоснабжение, зависит от качества исходной воды и принятой технологической схемы ее производства, требований к периодичности технического обслуживания очистных сооружений для поддержания их надлежащего санитарного состояния.

В период эксплуатации городской водопроводной сети технологические потери воды связаны с промывкой, дезинфекцией и гидравлическими испытаниями трубопроводов при текущих и профилактических ремонтах и обслуживании сетей и арматуры, а также при производстве натурных обследований для оценки пропускной способности действующей системы и разработки мероприятий по интенсификации ее работы.

Поэтому, казалось бы, нельзя относить эти расходы к собственным потерям воды, т.е. по общепринятой терминологии зачислять их в разряд убыли, бесполезной траты. Вместе с тем, если рассматривать вопрос с позиций экономики, то очевидно, что эти расходы воды представляют собой непроизводительные, бесполезные траты товарной продукции, хотя и обусловленные технологической потребностью. Для компенсации этих потерь предприятия водопроводно-канализационного хозяйства (ВКХ) вынуждены включать связанные

с этим материальные затраты в себестоимость продукции, что ухудшает технико-экономические показатели работы предприятия.

Именно это обстоятельство имелось в виду, когда в число оценочных показателей работы предприятий коммунального водоснабжения России был введен показатель, учитывающий необходимость снижения расходов воды на собственные нужды.

Значительные технологические расходы воды необходимы также для обслуживания водозаборных сооружений и водопроводной сети, прежде всего для промывки и дезинфекции трубопроводов и резервуаров.

Особо следует остановиться на проблеме неучтенных расходов воды. К этой группе относятся: скрытые утечки из наружных трубопроводов и сетевой арматуры (небольшие течи, не выходящие на поверхность земли); потери воды при авариях на трубопроводах; расходы воды, не учитываемые измерительными приборами абонентов (из-за недостаточной чувствительности водосчетчиков в зоне небольших расходов); расходы на пожаротушение и пожароучения; хищения воды.

На первый взгляд, подобное отнесение столь различных расходов воды в одну группу представляется произвольным и поэтому недостаточно обоснованным. Однако при всей разнородности перечисленные виды неучитываемых расходов воды объединяются в одну группу по следующим признакам: все они представляют собой неоплаченную предприятию водоснабжения товарную продукцию и, следовательно, должны быть отнесены к издержкам производства; количественно они могут быть зарегистрированы измерительными приборами только совокупно как разница между количествами поданной и реализованной воды.

Нетрудно увидеть, что для каждого из перечисленных видов неучтенных расходов отдельно могут быть проанализированы только причины их появления. Приближенная количественная оценка размеров потерь отдельно может быть сделана только для некоторых их видов, например для расходов воды на промывку и при повреждениях и авариях трубопроводов.

Если рассматривать проблему с позиций общегосударственных интересов, то потери воды у потребителей наносят прямой ущерб народному хозяйству. Действительно, для компенсации потерь воды приходится постоянно увеличивать ее общую подачу, что связано с дополнительным расходом дефицитных материалов и элект-

троэнергии. Необходимо принимать во внимание, что при этом значительно увеличиваются объемы изъятия воды из водных источников и объемы отведения сточных вод, в связи с чем требуются дополнительные затраты на водоохранные мероприятия.

Как правило, из-за большой перегрузки предприятий по добыче и переработке воды заметно снижаются надежность систем водоснабжения, качество обслуживания потребителей и эффективность работы предприятий коммунального водоснабжения.

Известно, что осуществление комплекса мероприятий по снижению утечек воды приводит в конечном счете к уменьшению общего объема реализации воды, что неизбежно снижает доходы предприятий коммунального водоснабжения и соответствующие платежи в местные бюджеты. Это обстоятельство обычно выдвигают в качестве основного аргумента, якобы свидетельствующего об экономической нецелесообразности работ по устранению потерь воды. Однако такая аргументация учитывает только одну сторону проблемы, ибо неправомерно определять эффективность сокращения потерь воды в общегосударственном масштабе только с позиций лишь местного бюджета.

## **1.2. Проблема утечек вод в системах водоснабжения городов России и за рубежом**

Анализ функционирования систем водоснабжения крупных городов России показал, что потери воды в водопроводных сетях являются одной из главных проблем. Существует ряд временно действующих факторов, определяющих высокий уровень потерь воды в водопроводной сети большинства городов России: высокое давление, большая амплитуда его колебания в течение суток; гидравлические удары; недостаточный объем резервуаров; недостаточность средств управления потоками; неудовлетворительная обеспеченность ресурсами на ремонтно-эксплуатационные нужды; отсутствие надежных приборов для своевременного обнаружения утечек воды.

В то же время потери в сетях снижаются за счет постоянного осуществления плано-предупредительных ремонтов, обновления и реконструкции сетей, изменения их схем, сокращения сроков ремонтов, своевременного обнаружения, локализации и ликвидации аварий, оптимизации режимов работы сетей в отношении



напоров и др. Совместное действие факторов, увеличивающих и уменьшающих величину потерь воды, определяет фактический уровень потерь воды в водораспределительных системах.

В работах [4; 5] отмечено, что, по мнению большинства специалистов, в сумме неучтенных расходов на долю утечек приходится незначительная величина, а ее уменьшение ниже 5 % от суммарной подачи водопровода технически невозможно и экономически невыгодно. Анализ работы водоснабжающих организаций городов России показывает, что размеры «недоходной воды» на большинстве систем водоснабжения составляют не менее 30 %, для многих систем данный показатель достигает 45–60 % от общего объема производимой питьевой воды (рис. 1.1, 1.2) [6; 7]. Цена борьбы с физическими утечками так велика, что зачастую не оправдано сокращение утечек более чем на 15 %.



Рис. 1.1. Потери воды в системах водоснабжения по регионам России

В экономически развитых зарубежных странах проблема снижения неучтенных расходов воды на водопроводной сети всегда была в центре внимания предприятий водоснабжения. Решению различных аспектов этой проблемы посвящены многие исследования и разработки, а также практическая деятельность организаций водоснабжения. Результаты этих работ широко представлены в технической литературе, анализ которой показывает, что особое внимание за рубежом уделяют вопросам контроля утечек из водопроводной сети [11; 12].

Об этом свидетельствует и тот факт, что эти вопросы неоднократно рассматривались на конгрессах и конференциях Международной ассоциации водоснабжения (МАВ).

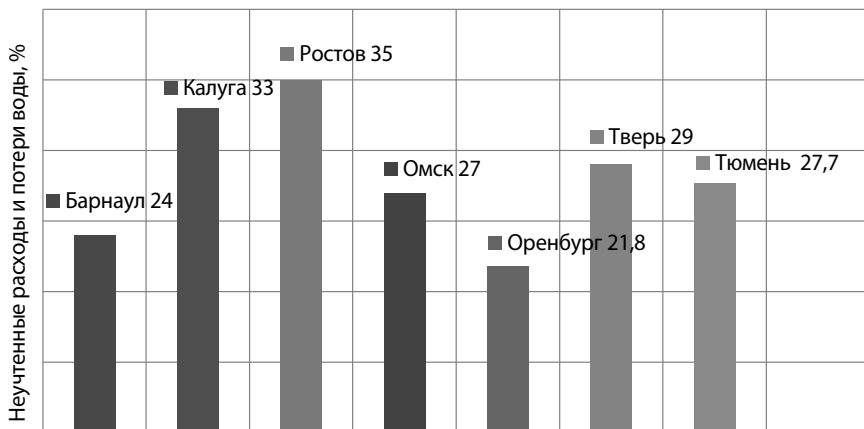


Рис. 1.2. Размеры неучтенных расходов и потерь воды в системах водоснабжения городов России

Как показали результаты анкетного опроса стран — членов МАВ, в ряде крупных зарубежных городов величина неучтенных расходов воды находится в пределах 15–18 % объема воды, подаваемой в водопроводную сеть, что сопоставимо с отечественными данными [4; 5].

По опытным данным Лондонского водопровода, основной причиной утечек воды из водопроводной сети являются повреждения труб, число которых возрастает с уменьшением диаметра трубопровода. На трубопроводах средних и больших диаметров основной причиной утечек воды являются продольные трещины, обусловленные давлением грунта. Кроме того, установлено, что при резких изменениях температуры воздуха и воды, количество повреждений труб существенно увеличивается [5].

Число повреждений на трубопроводах за рубежом повсеместно учитывают в единицах на 1 км протяженности в год. Для труб из серого чугуна этот показатель составил в г. Лондоне 0,16, в Швеции — 0,10, в Дании — 0,19, в ФРГ — 0,22. Для труб из ковкого чугуна этот показатель обычно значительно ниже — 0,02–0,04, а для стальных труб — 0,1–0,5 [14].

Конец ознакомительного фрагмента.  
Приобрести книгу можно  
в интернет-магазине  
«Электронный универс»  
[e-Univers.ru](http://e-Univers.ru)