



Андрей Анатольевич Ратников
Генеральный директор
ЗАО СПО «БиоСтрой»

Использование бытовых сточных вод для орошения и земледелия

С незапамятных времен реки и водоёмы использовались людьми в качестве естественных коллекторов для отвода сточных вод от близлежащих поселений. Столь же давно предпринимались и попытки оградить водоёмы от загрязнения этими водами. Сточные воды Римской канализационной сети настолько загрязняли реку Тибр органическими веществами, что древние римляне вынуждены были отводить стоки для орошения садов и окрестных полей.

Использование хозяйственно-бытовых сточных вод в земледелии и сельском хозяйстве достаточно широко распространено и в наши дни, особенно в странах с засушливым климатом. Это позволяет экономить водные ресурсы, минеральные и органические удобрения, увеличить производство продуктов питания. Главным образом, их используют для орошения при выращивании сельскохозяйственных культур, полива зеленых насаждений, в прудовых хозяйствах и т.п.

Для орошения сельскохозяйственных земель коммунальные сточные воды используются в Индии, США, Израиле, Мексике, ряде других стран. В некоторых случаях, на нужды сельского хозяйства направляются значительные объемы хозяйственно-бытовых сточных вод. Так, большая часть стоков Мехико используется для ирригации 80 тыс. га земли, занятой главным образом люцерной, маисом, ячменем и овсом.

В ряде стран (Израиль, Иордания, Перу, Саудовская Аравия) направление сточных вод на орошение является государственной политикой. Так, в Израиле установлено несколько сотен бассейнов и резервуаров для сбора и повторного использования очищенных сточных вод, объем которых в 2000 г. должен был превысить 300 млн. м³/год. В этой стране утилизируется более 70% всего городского стока [1].

В Московской области на земледельческих полях сточными водами в 70-80-е гг. 20 в. орошалось 5 тыс. га. На них выращивали в основном многолетние травы, которые расходовали в период выпаса скота, а также для приготовления сенажа, травяной муки. За пастбищный сезон проводилось 6-7 поливов, осуществляемых напуском по бороздам, склонам и дождеванием. [2]

Орошение полей бытовыми сточными водами города Алейска позволило получить в условиях Западной Сибири 5-6 т зеленой массы злаковых трав с 1 га, отвечающих требованиям по качеству [3].

Полив очищенными сточными водами зеленых насаждений широко распространен в США, Латинской Америке, Австралии, средиземноморских и арабских странах, Северной Африке. Стоки используют для орошения парков, уличных газонов, игровых площадок для гольфа, придорожных зеленых полос и т.п. Его осуществляют с помощью сети трубопроводов, автоцистернами, поливочными машинами [4].

Сточные воды применяются и в прудовых хозяйствах. Широко практикуется выращивание рыбы и водных растений в прудах, удобряемых

стоками. В Калькутте (Индия) расположена самая большая в мире (4400га) система, в которую поступают неочищенные бытовые стоки и ливневые воды. В прудах разводят карпа и тилляпию, достигающих товарной массы в течение 5-6 мес. Продуктивность таких прудов – более 1000 кг/га. В Мюнхене (Германия) почти 75% отстоянных стоков очищается в рыбоводных прудах. Сточные воды аэрируются и разбавляются в 4 раза и более речной водой. В Южно-Африканской Республике стоки поступают не только на орошение и в аквакультуру, но и на промышленные нужды [5].

Бытовые сточные воды обычно имеют высокую концентрацию патогенов. Так, кишечные паразиты (вирусы, бактерии, простейшие и гельминты) содержатся в них в концентрациях от 10^2 до 10^{11} на 1 л.

Наиболее опасны при использовании для орошения гельминты, наименее – вирусы. Риск заболеваний, вызываемый бактериями и простейшими, имеет промежуточный характер.

Сточные воды городов содержат и химические загрязнители, если в них поступает промышленный сброс. В эту категорию, прежде всего, попадают тяжелые металлы и нерасщепляющаяся органика.

Экспертами Всемирной организации здравоохранения в 1989г. разработаны показатели качества сточных вод для орошения. Они требуют снижения числа яиц гельминтов в сточных водах до 1 и менее на 1 л. Это означает, что около 99,9% их должно быть удалено во время предварительной подготовки стоков.

Во многих странах за стандарт качества приняты нормативы, установленные в Калифорнии (США) Госдепартаментом здравоохранения [5].

Существуют и российские требования к использованию сточных вод для орошения и удобрения [6]. В соответствии с ними, для этих целей могут быть использованы хозяйственно-бытовые, производственные и смешанные сточные воды городов, поселков, фермерских хозяйств, предприятий по переработке сельскохозяйственной продукции. Качество сточных вод и их осадков, используемых для орошения, регламентируется по химическим, бактериологическим и паразитологическим показателям. Сточные воды, содержащие микроэлементы, в т.ч. тяжелые металлы, в количествах, не превышающих ПДК для хозяйственно-питьевого водопользования, могут использоваться для орошения без ограничений. Наиболее оптимальными в гигиеническом отношении способами полива сточными водами являются подпочвенное и внутрипочвенное орошение.

Перед подачей хозяйственно-бытовых стоков на орошение необходима их очистка. Как правило, сточные воды проходят предварительную подготовку на сооружениях механической и биохимической очистки с последующей дополнительной очисткой в биологических прудах или на песчаных фильтрах.

Качество очистки вод в биопрудах, в соответствии с нормами Европейского Союза, должно составлять по БПК₅ 25 мг/л, по ХПК 125 мг/л (другие параметры не нормируются).

Вместе с тем, такая очистка коммунальных стоков не обеспечивают полную безопасность их применения в сельскохозяйственных целях. Российский норматив [6] разрешает использование сточных вод для выращивания технических, зерновых, кормовых культур и древесно-кустарниковых насаждений. Культивирование на открытых земельных полях орошения овощных, в том числе картофеля, ягодных, фруктовых, бахчевых, салатных культур запрещается.

В некоторых странах бытовые стоки используют для полива citrusовых, виноградников, некоторых видов овощей. Сбор урожая при этом проводят не ранее чем через две недели после последнего полива.

Территориальные строительные нормы [7] Московской области указывают, что необходимую степень очистки сточных вод следует определять в зависимости от местных условий и с учетом возможного использования очищенных сточных вод для целей полива территорий и орошения.

Взрослому яблоневому саду площадью в 1 сотку требуется за сезон 35-70 кубических метров воды. Удивительно, но только 1-2 процента от этого количества растения усваивают для собственных нужд, а все остальное испаряют в атмосферу. Деревья и кустарники подобно живым насосам без усталости качают воду из почвы в воздух. Основная масса воды расходуется растением на оптимизацию условий, необходимых для прохождения процессов транспирации¹ и дыхания, и только малая часть используется на непосредственное образование органического вещества.

Обычный газон в теплый период года с одного квадратного метра в среднем испаряет до 200 г/ч воды. Но и зимой растения тоже потребляют воду. Исследованиями установлено - взрослое дерево яблони теряет зимой ежедневно от 250 до 300 граммов воды. Несложно подсчитать, сколько это составит в месяц и в течение всей зимы. Здоровые деревья с неповрежденными тканями в состоянии обеспечить себя влагой, если температура не ниже минус 18 градусов Цельсия.

Десятина² овса испаряет за все лето от 100000 до 200000 пудов³ воды, десятина смешанной луговой травы — около 500000 пудов [8].

Таким образом, высшие растения потребляют из почвы (и испаряют в атмосферу) от 4 до 6 литров воды в сутки с квадратного метра поверхности, занятой зелеными насаждениями. Эта же норма воды на поверхностный полив зеленых насаждений содержится в СНиП 2.04.02-84* «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» и ряде других нормативных документов, что представляется не совсем верным.

Известно, что поверхностный полив сопровождается значительными потерями воды, связанными с её поверхностным стоком, просачиванием в нижние слои почвы, испарением и рядом других факторов. Растения потребляют при этом примерно треть оросительной воды, а две трети теряются. СНиП не учитывает эти потери, ориентируясь только на норму потребления воды растениями.

Чтобы донести воду до корней растений с минимальными потерями, идеально подходит внутрипочвенное капельное орошение. Для него необходимо иметь постоянную распределительную сеть, позволяющую осуществлять непрерывный дозированный полив ограниченной части почвенной поверхности, без поверхностного стока и фильтрации воды в глубинные слои почвы. Капельное орошение позволяет поддерживать влажность корнеобитаемого слоя во время всего вегетационного периода на оптимальном уровне.

При использовании традиционных методов орошения временной разрыв между поливками обычно составляет от нескольких дней до двух недель и более.

¹ **Транспирация** - от транс... и лат. *spiro* – дышу, выдыхаю. Благодаря транспирации в растении возникает ток воды и растворенных в ней минеральных солей от корней к листьям. Расход воды растением на транспирацию огромен. Так, с 1 га посева пшеницы за вегетационный период испаряется около 2 тысяч куб. метров воды, капусты - 8 тысяч куб. метров

² **Десятина** - старая русская мера земельной площади, равная 1,09 гектара

³ **Пуд** - старая русская мера веса, равная 16,38 кг.

При этом влажность почвы при поливе избыточна, а перед следующей поливкой – недостаточна. Система капельного полива практически автоматизирована уже на стадии поступления сточных вод в канализацию. Зная количество ежедневно образующихся стоков и норму полива различных растений, легко рассчитать площадь участка, который может быть орошён стоками.

Правильно спроектированная система капельного полива позволяет добиться максимально равномерного распределения сточной воды, богатой соединениями азота и фосфора, по всему участку, обеспечивая стандарт в развитии растений и сроках их созревания, что облегчает сбор урожая и снижает его потери. При капельном орошении не происходит намокания вегетативной массы и плодов растений, что имеет существенное значение (особенно у овощных культур) для предотвращения заболеваний и получения урожая высокого качества.

Капельный внутрипочвенный полив отчасти снимает проблему бактериологического и паразитологического загрязнения сельхозпродукции, поскольку отсутствует непосредственный контакт сточных вод и надземных частей растений, употребляемых в пищу. Кроме того, как показали отечественные исследования [9], сама почва в значительной мере служит обеззараживающим фактором в системе автономной очистки бытовых сточных вод, так как микроорганизмы, находящиеся в почве, обезвреживают болезнетворные микробы в сточной воде.

Этот способ является практически идеальным вариантом полива. Дозированная подача воды непосредственно в прикорневую зону растения не мешает корневой системе "дышать". В результате в этом месте почва поддерживается в оптимально влажном состоянии. Такие системы предназначены для орошения деревьев, кустарников, отдельных цветников и плодово-ягодных растений. Внутрипочвенный способ полива наиболее эффективен на суглинистых и глинистых почвах.

Готовые системы капельного полива предъявляют достаточно жесткие требования к содержанию в воде взвешенных веществ и не могут быть использованы для полива сточными водами. Такие системы необходимо проектировать индивидуально, внося необходимые изменения, связанные с наличием в стоках взвешенных частиц. При этом основные конструктивные особенности системы остаются неизменными, их можно почерпнуть в технических описаниях готовых систем, рассчитанных на водопроводную воду.

Норму расхода оросительной воды (сточных вод) при таком способе полива следует принимать на 20-30% больше физиологической нормы растений. Очень грубо, усредненную норму для расчета систем внутрипочвенного полива можно определить в диапазоне 4-7 литров в сутки на квадратный метр площади насаждений⁴.

Чтобы полностью использовать на внутрипочвенный полив сточные воды одного, отдельно стоящего жилого дома с пятью постоянными жителями, необходимо оборудовать устройствами такого полива от 140 до 250 кв. метров участка. Нагрузку на оросительную сеть можно и увеличивать, но тогда следует говорить о полезном использовании 4-7 литров стоков на квадратный метр насаждений, и об утилизации в грунт всего остального количества стока. Поскольку утилизация в грунт гораздо проще и дешевле решается на традиционных сооружениях почвенной фильтрации (поглощения) стоков,

⁴ Норма полива зависит от целого ряда климатических, погодных, агротехнических и иных условий и требований. Точное её определение выходит за рамки данной статьи.

увеличение нагрузки на сооружения внутрипочвенного полива представляется нецелесообразным.

Однако, в случае сезонного (летнего) проживания в загородном доме и достаточно высоком уровне грунтовых вод, не позволяющем построить традиционные сооружения почвенной фильтрации, такое решение может стать отличной альтернативой поверхностному сбросу сточных вод в придорожную канаву.

1. **Door J., Ben-Josef N.** Monitoring effluent quality in the hypertrophic wastewater reservoirs using remote sensing. – *Approp. waste Manag. Technol. Dev. Countries: Technol Pap. Present // 3rd Int. conf., Nagpur, Febr., 25-26, 1995, Т 1. – Bombay, 1995. – P. 199-207.*
2. Водоотведение и очистка сточных вод / **С.В.Яковлев, Я.А.Карелин, Ю.М.Ласков, В.И.Калицун.** – М.: Стройиздат, 1996. – 591 с.
3. Коммунальные сточные воды и перспективы их использования в сельском хозяйстве Западной Сибири / **А.В.Шуравин, Р.П.Воробьева, А.С.Давыдов** и др. // *Вода: экология и технол.: Тез. докл. 4-го Международ. конгр. – М.: 2000. – С. 595-596.*
4. **В.Е. Лотош** «Утилизация канализационных стоков и осадков» / *Научные и технические аспекты охраны окружающей среды / ВИНТИ- 2002.- № 6.*
5. Охрана окружающей среды и здоровья при реиспользовании сточных вод / обзор // *Гигиена и санит. – 1993. – № 8. – С. 27-30.*
6. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.1.7.573-96 "Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения"
7. Территориальные строительные нормы систем водоснабжения и водоотведения районов жилой малоэтажной застройки Московской области **ТСН ВиВ - 97 МО**
8. **К. А. Тимирязев** Жизнь растения. М., 1936.
9. **Т. В. Дятлова** Организация водоотведения от частной застройки / *Сантехника №5/2000*

