

УДК. 628.17

Л. С. Алексеев, О. Н. Брюханов, М. А. Неверова

ЛИВНЕВОЙ СТОК КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ИСТОЧНИК ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Рассмотрены альтернативные источники водоснабжения в условиях возрастающего дефицита пресной воды и предложены наиболее оптимальные способы повторного использования атмосферных вод.

К л ю ч е в ы е с л о в а: дефицит воды, дождевая вода, атмосферный сток, водоснабжение, снижение загрязнения, инфильтрация.

In the article described are alternative sources of water supply under condition of increasing shortage of fresh water. Optimal ways to reuse atmospheric water are suggested.

K e y w o r d s: shortage of water, rain water, atmospheric runoff, water supply, reduction of pollution, infiltration.

Дефицит воды, который ощущается во всем мире, приводит к поиску альтернативных источников водоснабжения. В этой ситуации все большие масштабы приобретает использование местных дождевых вод. Захват, аккумуляция, очистка и разбор местных дождевых вод, выпадающих в районе расположения водопотребителя, с одной стороны, снижают требуемую водоподачу из водоисточника, а с другой — защищают его от смываемыми дождем поверхностных загрязнений [1].

В России дождевые воды достаточно широко используются в техническом водоснабжении промышленных предприятий, в коммунальном хозяйстве их применяют в основном в поливочном водопроводе.

Основная идея хозяйственного использования дождевой воды заключается в том, чтобы избегать залповых ливневых стоков, уменьшить их интенсивность или же регулировать их. Стремятся достичь следующих результатов:

- снижения максимальной и общей гидравлической нагрузки на водоемы;
- снижения интенсивности паводков;
- снижения загрязнения водоемов смешанными и ливневыми стоками;
- восстановления естественного уровня грунтовых вод в населенных районах;
- снижения уровня загрязнения грунтовых вод, вызванного негерметичностью канализационных коллекторов, расположенных выше уровня поверхности грунтовых вод;
- улучшения городского климата за счет интенсивности испарения, приближая к естественному.

Для достижения подобного использования дождевой воды проводятся следующие мероприятия:

использование совершенных смешанных и отдельных систем (разделение потоков вредных веществ и воды, сбор и использование атмосферных сточных вод);

уплотнение грунта до степени, обеспечивающей близкое к естественному равновесию между образованием грунтовых вод и испарением;

использование ливневых стоков;

разрыхление поверхности грунта;

использование всех потенциальных возможностей процессов инфильтрации и замедления движения дождевого стока по водосборной поверхности.

Расчет дождевого стока детально разработан в [2] и может быть использован при расчете его систем сбора, отведения и очистки с селитебных территорий, а также площадок предприятий.

В то время как гидрологические и гидродинамические модели расчета стока описывают эти потери реалистично подробно или частично в начале процесса выпадения осадков или же их зависимость от времени в ходе этого процесса и, таким образом, позволяют выделить из выпавшего количества осадков «эффективную» или «действенную» составляющую, эти потери учитываются целиком с помощью коэффициента стока. Правильная оценка величины потерь расхода или, соответственно, коэффициента стока имеет исключительно важное значение для расчета установок для городских систем водоотведения (табл.).

*Ориентировочные значения отдельных видов потерь
расхода стока атмосферных осадков*

Вид потерь	Величина потерь	Примечания
Потери на увлажнение поверхности земли:		—
непроницаемой	0,2...0,5 мм	
проницаемой	0,2...1,0 мм	
Потери на образование луж на поверхности:		В зависимости от уклона местности и характеристики поверхности
на непроницаемой	5 мм	
на проницаемой и полупроницаемой	1,8...8,0 мм	
Потери на испарение	0,5...1,5 л/(с · га)	При сильном дожде можно пренебречь
Потери на фильтрацию:		
начальную	50...120 л/(с · га)	В зависимости от структуры и свойств почвы и от начальной ее влажности
конечную	5...40 л/(с · га)	В зависимости от типа почвы и характера ее использования

Величину потерь на увлажнение почвы рекомендуется принимать равной 0,5 мм независимо от уклона местности.

Для проведения расчета величины стока со сравнительно малых площадей, подсоединенных к централизованным системам хозяйственного использования и фильтрации атмосферных осадков, как правило, достаточно применения коэффициента стока [3].

Коэффициент стока Ψ , необходимый для определения максимального значения стока, определяется как отношение модуля стока q_r к интенсивности дождя по объему (расчетный дождь) $r_{T(n)}$:

$$\Psi \cong q_r / r_{T(n)} \leq 1.$$

Современные водохозяйственные организации при вычислениях количества дождевых стоков на больших территориях используют аэрофотоснимки для получения значений величин площадей участков с разными видами покрытий территории и определения границ отдельных участков территории [4].

Качество воды во многом определяется режимом ее поступления (темпом образования атмосферных и приземных загрязнений) и параметрами водосборных участков поверхности. При этом принимаются следующие определения:

атмосферные загрязнения — вещества, выпадающие на поверхность земли с атмосферными осадками;

приземные загрязнения — вещества, оседающие на водосборных поверхностях в газообразном или твердом виде и смываемые атмосферными осадками;

параметры водосборных поверхностей включают материал, уклон и форму поверхности, а также структуру. Они определяют взаимодействие дождевой воды с влажными и сухими накопленными на поверхности загрязнениями.

В дождевой воде всегда присутствует широкий спектр неорганических и органических веществ (рис. 1).

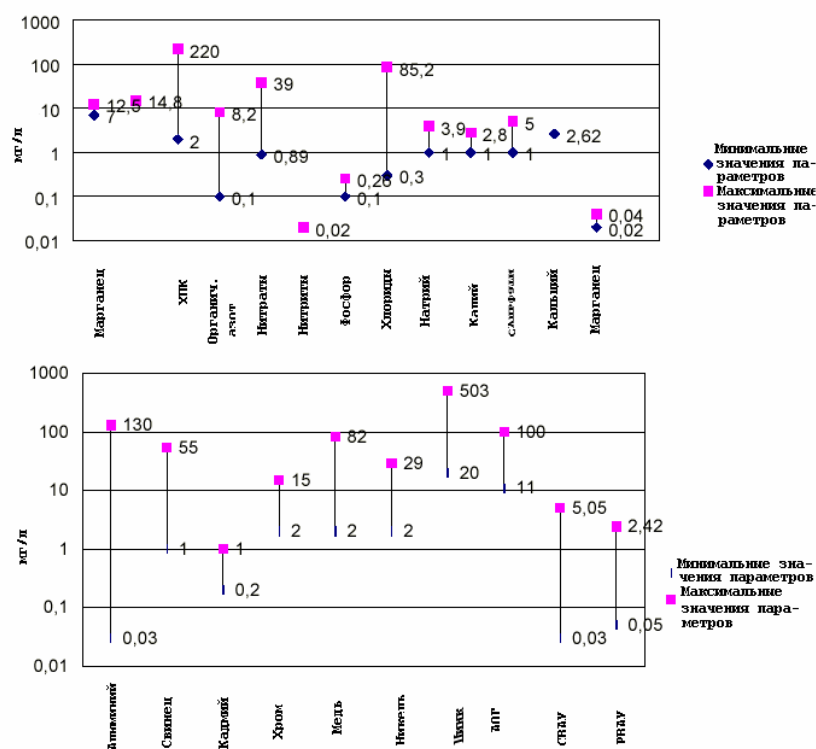


Рис. 1. Разброс значений концентраций различных веществ, содержащихся в дождевой воде

Сравнение данных, представленных на рис. 1, с предельно допустимыми значениями для питьевой воды или другими допусками по качеству показывает, что дождевая вода удовлетворяет большинству требований, за исключением содержания некоторых тяжелых металлов. Здесь отчетливо проявляется влияние материала поверхности водосборных участков на качество воды. Эта хозяйственная вода не может использоваться для замены питьевой воды

без дальнейшей обработки. Поэтому ее использование целесообразно лишь в тех случаях, когда люди непосредственно (в пищевых целях) ею не пользуются и она не вступает в контакт с человеческой кожей, т. е. рекомендуется следующее ее применение:

- в стиральных машинах;
- в туалетах для смыва;
- для полива на садовых участках;
- на промышленных предприятиях для производственных целей.

Первые три пункта рекомендованного применения хозяйственной воды составляют около 48 % обычного общего потребления питьевой воды в частных домашних хозяйствах (рис. 2).

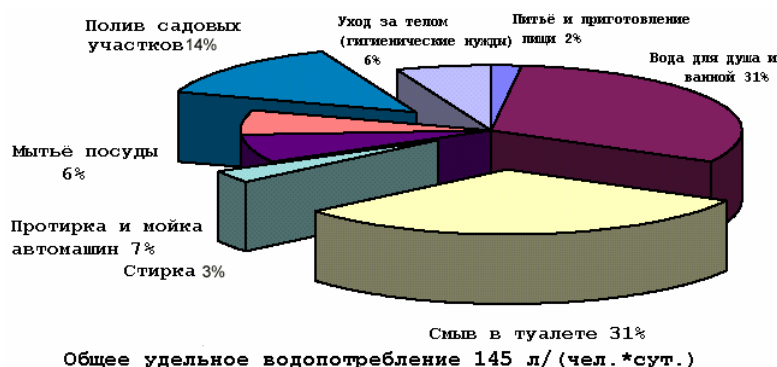


Рис. 2. Распределение по видам потребления и использования питьевой воды в частных домашних хозяйствах

В зависимости от величины водопроницаемости залегающих на поверхности почв могут быть выделены предпочтительные области применения различных установок инфильтрации (рис. 3).

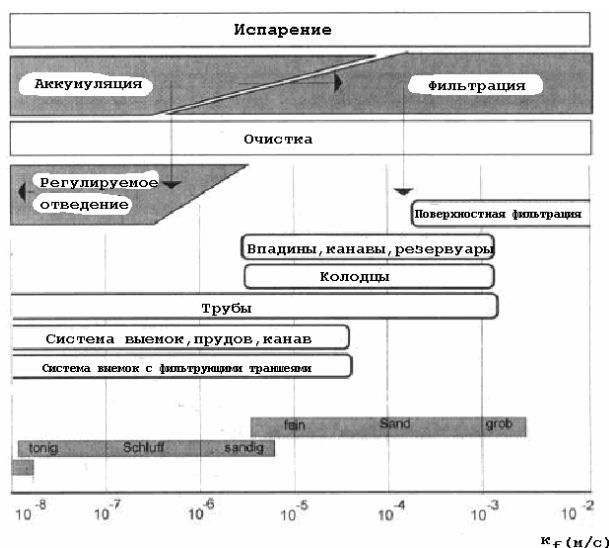


Рис. 3. Рекомендуемые области применения различных установок фильтрации дождевой воды: k_f — коэффициент фильтрации в формуле Дарси

Составными частями сооружений для использования дождевой воды являются:

- водосборные поверхности (крыши, закрепленные поверхности и т. п.);
- очистители (фильтры);
- сборные резервуары (накопители) с выпуском (рис. 4);
- станции бытовой воды (насосы, регуляторы давления, резервуары);
- установки для подпитки питьевой водой из коммунальной водопроводной сети (с разрывом струи).

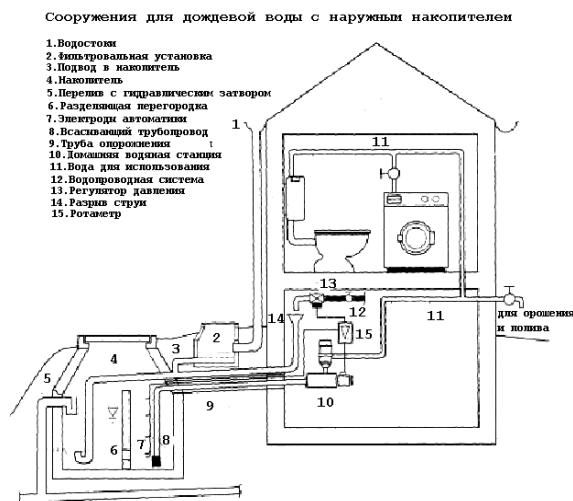


Рис. 4. Сооружения для дождевой воды с наружным накопителем

Выводы:

1. Во всем мире растет социальное значение «зеленых городов», городское население постепенно осознает ценность дождевой воды.

2. Захват, аккумуляция, очистка и разбор местных дождевых вод, выпадающих в районе расположения абонента, с одной стороны, снижают требуемую водоподачу из водоисточника, а с другой — защищают его от смываемых дождем поверхностных загрязнений.

3. Одной из основных задач хозяйственного использования дождевой воды является предотвращение залповых ливневых стоков, уменьшение или регулирование их интенсивности.

4. Принцип удержания дождевых стоков должен выражаться в отсутствии уплотненных участков территории большой площади, инфильтрации и аккумуляции дождевых осадков или сильно замедленном, близком к естественным процессам отведении дождевых стоков.

5. Расчетные дожди характеризуются высотой слоя выпавших осадков, их продолжительностью, интенсивностью по слою, а также соответствующей среднегодовой частотой выпадения.

6. Сравнение осредненных данных о качестве дождевой воды с предельно допустимыми значениями показателей состава питьевой воды или другими международными допусками по качеству показывает, что дождевая вода удовлетворяет большинству требований, за исключением содержания некоторых тяжелых металлов.

7. Во избежание подтопления зданий при проведении фильтрации дождевых вод следует соблюдать достаточно большое расстояние от зданий и границ участков застройки (например, расстояние от зданий, подвальные помещения которых не снабжены гидроизоляцией, должно быть больше 600 м).

8. Предварительную очистку дождевой воды от взвешенных примесей целесообразнее проводить с помощью труб, представляющих собой прямолинейный коллектор в виде трубы с перфорацией, расположенный в траншее, заполненной гравием или галькой.

9. Комплекс сооружений для очистки дождевого стока с промышленных площадок принимается для каждого конкретного объекта в зависимости от принятой схемы отведения, требований к качеству очищенной воды, расчетного расхода или количества стока, подаваемого на очистку, возможности очистки совместно с производственными сточными водами, наличия свободных площадей под строительство сооружений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. US coastal polluted run off plan // Mar. Pollut. Bull. 2000. V. 40. № 2. P. 96.
2. Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска его в водные объекты // ФФГУП «НИИ ВОДГЕО». М. : ВСТ, 2006. 56 с.
3. Calibration and reliability in groundwater modeling. Coping with uncertainty / F. Stanferr, W. Kinzelbach, K. Kovar, E. Hohn // IAHS Publ. 2000. № 265. P. 1—52.
4. Гитман Л. Дж., Джонс М. Д. Основы инвестирования / пер. с англ. М. : Дело, 1999. 1008 с.
1. US coastal polluted run off plan // Mar. Pollut. Bull. 2000. V. 40. № 2. P. 96.
2. Rekomendatsii po raschetu sistem sbora, otvedeniya i ochistki poverkhnostnogo stoka s selitebnykh territoriy, ploshchadok predpriyatiy i opredeleniyu usloviy vypuska ego v vodnye ob"ekty // FFGUP «NII VODGEO». М. : VST, 2006. 56 s.
3. Calibration and reliability in groundwater modeling. Coping with uncertainty / F. Stanferr, W. Kinzelbach, K. Kovar, E. Hohn // IAHS Publ. 2000. № 265. R. 1—52.
4. Gitman L. Dzh., Dzhonk M. D. Osnovy investirovaniya / per. s angl. М. : Delo, 1999. 1008 s.

© Алексеев Л. С., Брюханов О. Н., Неворова М. А., 2013

Поступила в редакцию
в ноябре 2013 г.

Ссылка для цитирования:

Алексеев Л. С., Брюханов О. Н., Неворова М. А. Ливневой сток как альтернативный источник водоснабжения // Интернет-вестник ВолгГАСУ. Сер.: Политематическая. 2013. Вып. 4(29). URL: [http://vestnik.vgasu.ru/attachments/AlekseevBryukhanovNeverova-2013_4\(29\).pdf](http://vestnik.vgasu.ru/attachments/AlekseevBryukhanovNeverova-2013_4(29).pdf)