

2,5- 3 мм, шаг намотки 0,5-1 мм (уточняется после получения данных о гранулометрическом составе водовмещающих пород).

После установки фильтровой колонны производится промывка скважины чистой водой с одновременной обсыпкой фильтра промытой и продезинфицированной песчано-гравийной смесью, которая служит для предупреждения пескования и кольматации скважины, увеличивает ее дебит, а также срок службы. Оптимальная толщина обсыпки должна составлять 150 – 200 мм. Минимальную ее величину следует выбирать в зависимости от размера зерен гравия и песка. Во всех случаях количество частиц максимального и минимального диаметра в составе обсыпки не должно превышать 10%.

По завершению буровых и опытно-фильтрационных работ на водозаборной скважине и выполнения всех мероприятий по рекультивации земель, занятых под оборудование подрядчик передает заказчику скважину в соответствии требованиями [2].

В соответствии с Кодексом Республики Беларусь о недрах (ст.16 п.2.14 и ст.75 п.2) [3] копия паспорта буровой скважины должна быть представлена в Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды для формирования государственного геологического фонда.

### **Литература**

1. ТКП 17.04-21-2010 (02120). Охрана окружающей среды и природопользование. Недра. Правила проектирования, сооружения (строительства), ликвидации и консервации буровых скважин различного назначения (за исключением нефтяных и газовых). – Мн.: Минприроды, 2010. – 41 с.
2. СН 4.01.01-2019. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – Мн.: Минстройархитектуры, 2020. – 73 с.
3. Кодекс Республики Беларусь о недрах от 14.07.2008 №406-3.

УДК 628.354

### **Перспективы использования грунтово-растительных площадок в аридных зонах**

Мухаммадиев Т.Б.

Белорусский национальный технический университет,  
Минск, Республика Беларусь  
Научный руководитель Ануфриев В. Н., к.т.н., доцент

*В Беларуси на сегодняшний день широко используются грунтово-растительные площадки для биологической очистки сточных вод. Практика проектирования и строительства таких сооружений отработана, а требования к ним отражены в национальных ТНПА. Технология очистки сточных вод в грунте с растениями вызывает интерес связанной с возможностью успешного использования таких сооружений в аридных зонах.*

Фильтрующие траншеи, песчано-гравийные фильтры, растениями и грунтово-растительные площадки имеют схожее конструктивное исполнение. Принцип их работы основан на фильтровании сточных вод, предварительно осветленных на септиках через слой загрузки из гравия, песка. Различие между фильтрующими траншеями, песчано-гравийными фильтрами, грунтово-растительными площадками заключается в геометрической конфигурации данных сооружений, а также в наличия или отсутствия растений.

Грунтово-растительные площадки – это сооружения, использующие для очистки сточных вод слой фильтрующей загрузки и влаголюбивую растительность, которая высаживается на почвенном слое над фильтрующей загрузкой. По конструкции грунтово-растительные площадки подразделяются на различные виды в зависимости от направления потока сточных вод в грунтовой фильтрующей загрузке:

- горизонтальным потоком;
- вертикальным потоком;
- наклонном потоком.

Также выделяют грунтово-растительные площадки комбинированного типа, в которых используются сочетания разных типов площадок, а также сочетания с другими сооружениями – биологические пруды, биологические фильтры.

К настоящему времени сложились схемы биологической очистки с грунтово-растительных площадок. При использовании площадок с горизонтальным потоком предварительно осветленная в септике вода может подаваться самотеком на площадку с фильтрующей загрузкой, выполненной из мелкого гравия, крупнозернистого песка. Распределение сточной воды по площадке производится путем устройства слоя фильтрующего материала с большой проницаемостью (щебень и гравий), расположенного наклонно во внутренней части сооружения. Дренаж, который собирает профильтрованную воду, выполняется аналогичным способом с противоположной стороны сооружения

Таким образом, фильтрационный поток в фильтрующей загрузке направлен от распределительного устройства к дренажу со снижением уровня воды в грунте.

На площадках с вертикальным потоком, предварительно осветленная в септике вода, забирается насосом и подается в верхнюю распределительную систему трубопроводов, которая распределяет сточную воду по площади фильтрационной загрузки. Профильтрованная вода собирается дренажными трубопроводами, уложенными в нижней части загрузки.



Рис. 1. Грунтово-растительной площадка с горизонтальным потоком.

Для предотвращения просачивания сточных вод в грунт фильтрующая загрузка размещается над слоем гидроизоляции, который устраивают из полимерной пленки. [3]

Эффективность очистки сточных вод на грунтово-растительных площадках соответствует природоохранным требованиям для Республики Беларусь, установленным для небольших очистных сооружений с массой органических веществ в составе сточных вод, поступающих на очистные сооружения до 2000 ЭН (эквивалентного населения) или до 120 кг БПК<sub>5</sub>/сут. В данном случае в очищенной сточной воде ХПК, должно не более

125 мг $O_2$ /дм<sup>3</sup>, БПК<sub>5</sub>, 30 мг $O_2$ /дм<sup>3</sup> взвешенные вещества 35 мг/дм<sup>3</sup>, аммоний-ион 20 мгN/дм<sup>3</sup>.

Климат Беларуси умеренно-континентальный, с достаточным количеством осадков и умеренно-теплыми летними месяцами. Климатические показатели благоприятны для организации эффективной очистки сточных вод на грунтово-растительных площадках. Режим изменения количества осадков и температуры наружного воздуха может характеризоваться как пропорциональный.

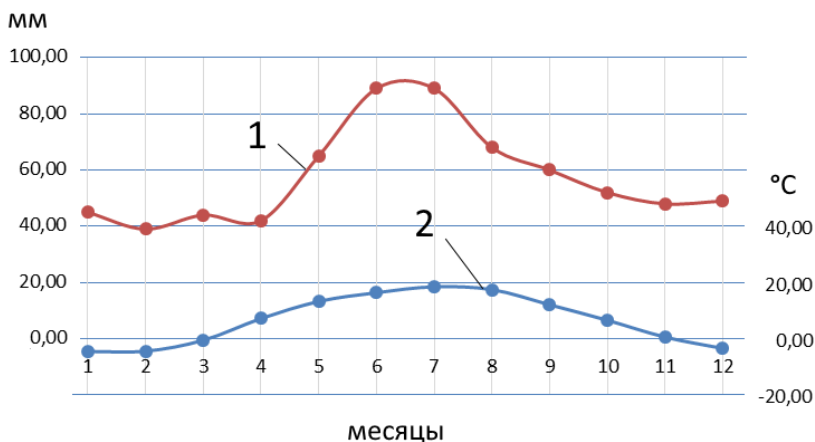


Рис. 2. Климатические нормы осадков (1) и температуры воздуха (2) в Республике Беларусь [4]

Одним из экстремальных периодов для эксплуатации грунтово-растительных площадок является зимний период с отрицательными температурами наружного воздуха. Могут возникать определенные опасения в надежности работы этих сооружений в зимний период. Вместе с тем накопленный опыт эксплуатации, как в Беларуси, так и в странах с аналогичными климатическими условиями показывает, что сооружения достаточно устойчиво работают в условиях низких температур. Связано это с достаточно высокой температурой сточных вод (порядка 12-14 °C), поступающих на сооружения. Вода не успевает замерзнуть, а температура существенно снизится при фильтровании в верхних слоях грунта сооружения. Также известно, что загрязненная сточная вода имеет более низкую температуру замерзания в сравнении с чистой. Кроме того, на поверхности грунтово-растительной площадки растительными остатками под снежным покровом создается воздушная прослойка, которая,

предотвращает промерзание грунта, обеспечивает функционирование грунтово-растительной площадки и очистку сточных вод в зимний период года. Вместе с тем, очистка в зимний период происходит в основном за счет процесса фильтрования через слой грунта и поглощения биогенных элементов микроорганизмами, находящимися в грунте, что снижает интенсивность поглощения азота и фосфора, которые удаляются макрофитами в теплый период года.

Анализ климатических показателей Республики Узбекистан указывает на существенные отличия от гумидной зоны. Так максимальная температура наружного воздуха сочетается с минимальными осадками в летние месяцы (рис.3).

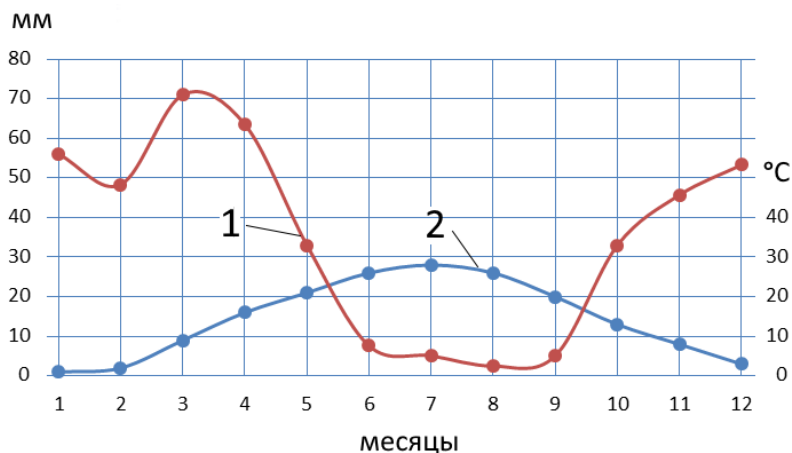


Рис. 3. Климатические нормы осадков (1) и температуры воздуха (2) в Республике Узбекистан[5]

Таким образом, упрощенная оценка условий применения очистных сооружений, приведенная на графиках, показывает, что в аридной зоне возникают риски с связанные негативным воздействием на макрофитов при засухе, пылевых бурями и т.д. Распределение осадков по территории Узбекистан неравномерное. Например, в предгорьях годовая сумма осадков достигает порядка 600-700 мм. Поэтому возможность использования грунтово-растительных площадках в качестве очистных сооружений должна быть обосновано.

Выбор же конкретного технического решения в немалой степени определяется местными условиями (рельеф, грунты, доступность коммуникаций и т.д.), а также финансовыми возможностями. Во многих

случаях, приходится искать компромиссные решения, которые удовлетворяли бы природоохранным и санитарным требованиям, но были бы достаточно доступны в строительстве и эксплуатации по экономическим параметрам.

### Литература

1. СН 4.01.02-2019 Канализация. Наружные сети и сооружения. Минск 2020. – 80с
2. СП 4.01.10-2025 Очистные сооружения сточных вод. Минск 2025 80с. Минск 2020 123с
3. Рекомендации по проектированию, устройству и эксплуатации песчано-гравийных фильтров очистных сооружений сточных вод. Р 4.01.188-2022, Международное благотворительное общественное объединение «ЭкоСтроитель», г. Минск, 2022. – 79 с.
4. Погода в Беларуси и Минске. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://belmeteo.net/normals.html> Дата доступа: 10.05.2025.
5. Погода в Узбекистане. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.tutu.ru/geo/uzbekistan/article/weather/> Дата доступа: 10.05.2025.

УДК 502.131

#### **Анализ методов, технологий, сооружений и оборудования обработки осадка производственных сточных вод**

Шакаль Т.М., Зорин Е.В.

Белорусский национальный технический университет, Минск,  
Республика Беларусь

Научный руководитель Куралёнок А.А.

*В статье приведен анализ методов, технологий, сооружений и оборудования обработки осадка производственных сточных вод. Проведенный анализ указывает, что на практике используется проверенный комплекс мероприятий и технологий обработки осадка, и не прекращаются процессы исследования их совершенствования, которые приводят к появлению новых методов, технологий, сооружений и оборудования, их внедрению и распространению наиболее эффективных.*

Одной из наиболее сложных проблем, связанных с функционированием очистных сооружений, является управление образующимися осадками, которые являются одним из видов крупнотоннажных отходов.