

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ФИЛЬТРАЦИИ ГРУНТОВ ДЛЯ РАСЧЕТА СООРУЖЕНИЙ АВТОНОМНОЙ КАНАЛИЗАЦИИ

Статья представляет собой подборку ответов на наиболее характерные вопросы, заданные читателями Андрею Ратникову, автору публикаций, посвященных обустройству автономной системы канализации загородного дома.

В соответствии с п. 5.5.8 СТО НОСТРОЙ 2.17.176–2015 «Инженерные сети наружные. Автономные системы канализации с септиками и сооружениями подземной фильтрации сточных вод. Правила проектирования и монтажа, контроль выполнения, требования к результатам работ» гидравлическую нагрузку по сточным водам на фильтрующие сооружения следует принимать на основании данных опыта эксплуатации сооружений, находящихся в аналогичных условиях. При отсутствии таких данных допускается определять расчетную нагрузку в зависимости от коэффициента фильтрации грунтов в месте строительства, определенного в соответствии с ГОСТ 23278 «Грунты. Методы полевых испытаний проницаемости» путем налива воды в шурфы.

Европейские и американские нормы хотя и приводят рекомендуемые усредненные нагрузки для различных грунтов, но настоятельно требуют в каждом конкретном случае проводить на месте испытания на просачивание воды для грунта, в который затем будет отводиться сточная вода. Такие испытания в англоязычных источниках называют Percolation Test (от *лат.* – *percōlāre*, просачиваться, протекать).

Испытания обычно проводятся следующим образом. Пробный шурф заполняют водой, после чего выжидают до тех пор, пока первая порция сточной воды не впитается в грунт. Далее, в ходе многократного наполнения пробного шурфа водой, непрерывно измеряют понижение уровня сточной воды. Затем, взяв за основу результаты

нескольких замеров, определяют время, в течение которого уровень воды понижается на определенную величину. Зная площадь смоченной поверхности шурфа и определенную в ходе замера среднюю величину времени впитывания фиксированного слоя воды, вычисляют удельную величину расхода фильтрации ($л/сут \cdot м^2$ площади).

Более точный способ замера состоит в том, что в шурфе поддерживается постоянный уровень воды, путем ее непрерывного добавления. При этом наблюдают за интенсивностью необходимого добавления воды для удержания постоянного уровня. Через какое-то время после начала замеров эта интенсивность заметно снижается (почва впитала в себя все, что могла, и началась собственно фильтрация). Продолжая удерживать постоянный уровень воды в шурфе, измеряют добавляемую воду в л/мин, необходимую для удержания уровня на одной отметке. Потратив несколько часов на такие замеры, вычисляют среднюю величину добавляемого количества воды.

При этом не стоит забывать, что замеры необходимо производить как можно ближе к месту предполагаемого строительства поглощающего сооружения и не на поверхности земли, а несколько ниже проектной глубины его основания. В глинистых грунтах не рекомендуется делать шурф при помощи бура, который заглаживает, сминает естественную структуру грунта в стенках шурфа.

Очень часто исходные данные для расчета сооружений автономной канализации предоставляют проектировщикам не

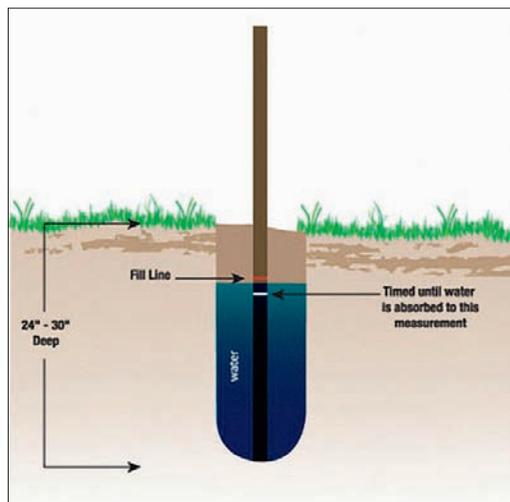


Рис. 1. Percolation Test. Ямку выкапывают на 25–30 дюймов ниже того уровня, который будет использоваться в качестве области поглощения стоков. Воду выливают в ямку и измеряют скорость в минутах на дюйм

профессиональные изыскатели, владеющие методикой ГОСТ 23278, а сами владельцы загородных домов, у которых нет соответствующих навыков проведения таких замеров. В некоторых случаях нет и проектировщиков, владельцы домов сами производят необходимые замеры.

Для определения фильтрационных свойств грунта мы пробурили шурф глубиной 1,5 м и диаметром 250 мм. Можно ли залить его полностью водой и фиксировать, как она уходит, по часам?

При определении коэффициента фильтрации грунта требуется относительно постоянная площадь фильтрации. В вашем же случае уровень воды будет понижаться, а следовательно, будет меняться и площадь фильтрации, что неизбежно даст значительную погрешность и усложнит расчеты. Кроме того, необходимо измерить скорость фильтрации на глубине расположения, планируемого к постройке сооружения, а не по всей глубине шурфа. Заливая шурф «под горлышко», мы измеряем фильтрацию не только на нужной глубине, но и через лежащие выше слои грунта.

В соответствии с ГОСТ 23278–78 испытание надлежит проводить при постоянном напоре воды (уровне воды в шурфе). В составе воды, применяемой для испытаний, не должно быть механических и органических примесей. При проведении испытания необходимо обеспечить непрерывную подачу воды в шурф. Понятно, что рядовому дачнику выполнить это условие



Рис. 2. Двухкольцевой инфильтрометр для замера фильтрующей способности грунта по ГОСТ 23278

затруднительно, но надо стараться минимизировать колебания уровня воды в шурфе, подливая ее как можно чаще маленькими порциями.

При проведении испытания выполняют следующие основные операции:

- заполнение шурфа водой слоем не менее 10 см с фиксацией начала испытаний в журнале;
- по возможности непрерывная подача воды для поддержания заданного уровня;
- замер расхода поступающей в шурф воды.

Измерение расхода воды следует производить каждые 10 мин в течение первого часа, через 20 мин в течение второго часа, через 30 мин в течение третьего часа и далее каждый час до окончания испытания. Испытания заканчиваются по достижении установившегося расхода воды. Расход воды следует считать установившимся, если в течение последних шести часов не наблюдалось уменьшения и отклонения измеренных значений более чем на 10% от средней величины.

Величина колебаний уровня воды в шурфе при проведении испытания должна быть не более 2 мм для полупроницаемых грунтов (коэффициент фильтрации которых менее 1 м/сут) и 5–10 мм для хорошо проницаемых грунтов с коэффициентом фильтрации более 1 м/сут.

Это – упрощенный способ. ГОСТ дает более сложный алгоритм, но требует шурфа больших размеров и использования специального устройства – инфильтрометра.

Я выполнил замер по упрощенному способу. Диаметр шурфа 250 мм. Глубина воды 100 мм. Установившийся расход – 4 л/ч. Что теперь

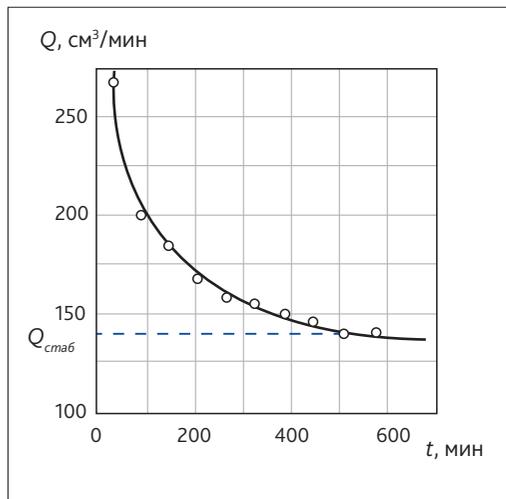


Рис. 3. Типовой пример кривой $Q = f(t)$



Рис. 4. Шурф для замера коэффициента фильтрации грунта

с этими цифрами делать, как вычислить коэффициент фильтрации и рассчитать необходимую фильтрующую поверхность сооружения почвенной очистки, которое собираюсь сделать из фильтрующих туннелей? Нахожусь в Подмоскowie. Уровень грунтовых вод – около 3,5 м от поверхности земли, расход сточных вод – 1 м³/сут (в доме постоянно проживают пять человек).

При глубине воды в шурфе 100 мм получаем смоченную площадь (дно + стенки): $0,049 + 0,078 = 0,13 \text{ м}^2$. В час через эту площадь фильтруется 4 л

(0,096 м³/сут). Соответственно, через 1 м² будет фильтроваться воды 0,738 м³/сут. Коэффициент фильтрации – 0,738 м/сут.

Рассмотрим табл. 1 СТО НОСТРОЙ 2.17.176–2015. Вычисленный коэффициент попадает в диапазон, характерный для супеси рыхлой. Соответствующая допустимая расчетная нагрузка на 1 м² фильтрующей поверхности сооружения почвенной очистки составит при этом около 50 л/сут. Но это без учета поправок на климатические условия, концентрацию взвешенных веществ в стоке после септика, уровень грунтовых вод и тип фильтрующего сооружения. Их тоже необходимо учесть в расчете.

Для Подмоскowie (среднегодовое количество атмосферных осадков более 500 мм) в соответствии с примечанием 2 принимаем поправочный коэффициент 0,85 (уменьшаем расчетную нагрузку на 1 м² фильтрующей поверхности сооружения на 15%). Еще 5% снижения дает нам среднегодовая температура менее 6 °С (поправочный коэффициент 0,95).

Расстояние между уровнем грунтовых вод и низом гравийно-щебеночного основания фильтрующего сооружения свыше 2 м (примечание 3) дает нам увеличение расчетной нагрузки на 10% (еще один поправочный коэффициент 1,1). Коэффициент на тип фильтрующего сооружения (тоннели) – 1,4 (примечание 5). В итоге получаем: $50 \times 0,85 \times 0,95 \times 1,1 \times 1,4 = 62$ литра сточных вод в сутки на один квадратный метр фильтрующей поверхности сооружения. На весь объем стока понадобится 16 м². Это необходимая площадь щебеночного основания под тоннели.

Почему Вы предлагаете в своих публикациях упрощенный способ замера фильтрующих свойств грунта, когда существует масса других, более точных способов, например: А. К. Болдырева, Н. С. Нестерова, Н. К. Гиринского или по ГОСТ 23278?

По той простой причине, что я пишу не научные статьи для узкого круга профессионалов, а статьи, популярные для людей совершенно иных профессий, желающих построить автономную канализацию для своего загородного дома. Их не интересуют подробности различных методов замера коэффициента фильтрации грунтов, им необходимо быстро и достаточно точно его измерить.

Наиболее точные значения фильтрационных свойств грунтов позволяют получить именно полевые методы исследований. Одним из наиболее часто применяемых полевых методов оценки фильтрационных свойств являются опытные

наливы в шурфы. Конечно же, можно использовать различные приспособления, наиболее распространенным из которых является кольцевой инфильтрометр.

Однако мировая многолетняя практика таких замеров для нужд одного загородного дома говорит о том, что и замеры просто в шурфе дают вполне удовлетворительные результаты при незначительной погрешности (связанной с боковым растеканием воды через стенки шурфа). А поскольку такое боковое растекание присутствует практически в любом сооружении почвенной фильтрации, эта погрешность уже даже не столько погрешность, сколько учет реальных свойств того сооружения, для которого и делается замер.

Если же нужно измерить только вертикальную составляющую фильтрации, то налив осуществляется по способу Н. С. Нестерова. При использовании этого метода в дно шурфа задавливаются на глубину 5–10 см два кольца инфильтрометра – внутреннее и внешнее. Налив воды осуществляется в оба кольца, в которых поддерживается единый уровень воды. Считается, что расход на боковое растекание и капиллярное всасывание формируется из кольцевого промежутка между внутренним и внешним кольцами, а расход из внутреннего кольца расходуется на фильтрацию в вертикальном направлении. К недостаткам этого метода следует отнести значительную продолжительность опыта, необходимую для того, чтобы максимально пренебречь капиллярным всасыванием в грунтах.

После заполнения шурфа (или цилиндров инфильтрометра) водой до установленной высоты проводят учет воды, расходуемой на инфильтрацию, на основании чего строится график зависимости расхода воды от времени (рис. 3).

Кривая графика через некоторое время становится примерно параллельной горизонтальной оси, что указывает на стабилизацию расхода воды. После того как в течение 2–3 часов средние расходы воды за определенные промежутки времени будут отличаться друг от друга не более чем на 10 %, опыт можно прекратить.

Вот как это выглядит на практике. В выбранном для замера месте на участке откапывается шурф (рис. 4). Вынутый из шурфа грунт при разминании руками легко превращался в «колбасу», при сворачивании которой в кольцо разрывов кольца не наблюдалось. Тем не менее замер дал коэффициент фильтрации грунтов 0,12 м/сут.

Еще один пример. Почва – суглинок. В литрах в последние два часа вышло чуть менее 11 л/ч (рис. 5). Размер шурфа в плане 30×35 см при

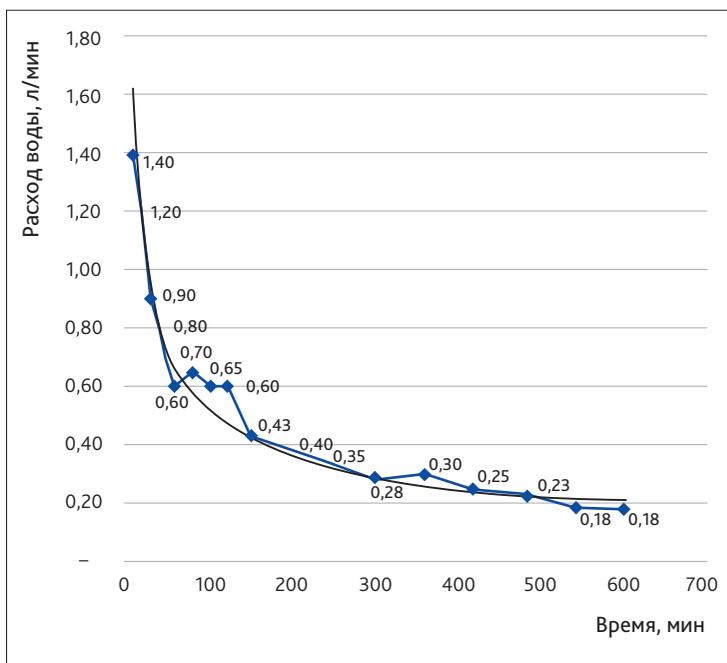


Рис. 5. Натурный график замера коэффициента фильтрации



Рис. 6. Шурф для замера был отрыт зимой, в период оттепели

глубине слоя воды в нем 10 см, соответственно, коэффициент фильтрации получился 1,13 м/сут.

В какой период года лучше (правильнее) замерять коэффициент фильтрации грунтов?

Замерять коэффициент фильтрации следует в сухих грунтах, поэтому лучшим временем года является лето, в период отсутствия обильных дождей. Разумеется, относительно сухие



Рис. 7. Попытка экранировать приямок от талых вод путем установки вдавленной в грунт бочки без дна для замера оказалась неудачной – на следующий день шурф был практически полностью залит водой, включая и пространство внутри бочки

периоды можно «поймать» и зимой, но в этом случае велика вероятность того, что замер произвести не получится. Взгляните на фото (рис. 6): шурф для замера был отрыт зимой, в период оттепели. Сразу после прохождения плодородного слоя грунта из стенок шурфа начали сочиться верховодка и талые воды. Было принято решение попытаться экранировать от этих вод приямок для замера путем установки вдавленной в грунт бочки без дна. Решение оказалось неудачным, на следующий день шурф был практически полностью залит водой, включая и пространство внутри бочки (рис. 7). Пошел мокрый снег. Замер было решено отложить до лучших времен.

Литература

1. СТО НОСТРОЙ 2.17.176–2015 «Инженерные сети наружные. Автономные системы канализации с септиками и сооружениями подземной фильтрации сточных вод. Правила проектирования и монтажа, контроль выполнения, требования к результатам работ».
2. ГОСТ 23278 «Грунты. Методы полевых испытаний проницаемости».

НОВИНКА



В новой книге Андрея Ратникова изложены краткие теоретические основы биологической очистки бытовых сточных вод. Описаны технические требования к основным типам очистных сооружений. Даны практические рекомендации по выбору, расчету, строительству и эксплуатации автономной канализации загородных домов с учетом сезонности проживания, режима поступления стоков, уровня грунтовых вод, фильтрующих свойств различных грунтов и иных индивидуальных условий строительства.

Издание содержит более двухсот сорока схем, рисунков и цветных фотографий наиболее распространенных сооружений автономной канализации на разных стадиях строительства.

Книга написана простым и понятным языком, адресована как специалистам в области водоотведения (проектировщикам и строителям), так и индивидуальным застройщикам, а также широкому кругу читателей, интересующихся данным вопросом.

Книга издана в твердом переплете.
 Формат 170×240 мм, 244 стр.
 ISBN 978-5-00028-094-2

По вопросам приобретения обращаться на e-mail kniga_ratnikova@mail.ru