



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

- (21) 4641936/03  
(22) 29.11.88  
(46) 07.03.91. Бюл. № 9  
(71) Пермский государственный универ-  
ситет им. А.М. Горького  
(72) Ю.В. Архидьяконских, В.В. Молчанова,  
Е.А. Кондрашина и Г.А. Гостева  
(53) 553.98(088.8)  
(56) Клименов П.П., Конопов В.М. Методика  
гидрогеологических исследований. - М.: Вы-  
сшая школа, 1978. с. 140-142.  
(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИ-  
ЦИЕНТА ФИЛЬТРАЦИИ ГРУНТОВ ЗОНЫ  
АЭРАЦИИ

Изобретение относится к области гид-  
рогеологии.

Цель изобретения - повышение точно-  
сти определения.

На чертеже приведена схема для осуще-  
ствления способа.

На чертеже приняты обозначения: грунт  
1 зоны аэрации, шурф 2, внутреннее кольцо  
3, наружное кольцо 4, быстросъемный  
оголовок 5 кольцевой с патрубком для при-  
соединения водоподающей трубы 6, дебито-  
мер 7, устройство 8 для замера величины  
напора (давления) воды, направление 9 дви-  
жения воды под возрастающим давлением,  
направление 10 движения вод под дном  
внутреннего кольца под действием капил-  
лярного подсоса.

Для осуществления способа в шурф 2  
концентрически устанавливается два разно-  
го диаметра кольца 3 и 4 путем задавлива-  
ния их на определенную глубину в дно  
шурфа 2. К верхней части внутреннего 3 и

2

- (57) Изобретение относится к гидрогеоло-  
гии. Цель изобретения - повышение точ-  
ности определения коэффициента  
фильтрации. Перед началом исследова-  
ния ведут налив воды с возрастающим во  
времени напором в зазор между внутрен-  
ним и внешним кольцами, заглубленными в  
грунт и концентрично расположенными, до  
полного замачивания поверхности грунта  
на площади внутреннего кольца. Осущест-  
вляют фильтрацию воды с постоянным напо-  
ром через оба кольца, измеряют расход  
воды по внутреннему кольцу и определяют  
коэффициент фильтрации. 1 ил.

наружного 4 колец первоначально присое-  
диняется на герметичной основе быстрो-  
съемный кольцевой оголовок 5, имеющий  
вверху патрубок с резьбой, к которому при-  
соединяется водоподающая труба 6 для  
подвода под возрастающим давлением во-  
ды с последующим фильтрационным проса-  
чиванием ее в грунты зоны аэрации и  
боковым растеканием. Под действием ка-  
пиллярного подсоса, усиливаемого воз-  
растающим во времени напором  
фильтрующейся вниз воды, при наличии с  
глубиной постепенного сближения  
диаметрально противоположных то-  
чек кольцевого потока поровые воды выте-  
сняют воздух из порового пространства  
поверхности дна шурфа 2, под внутренним  
кольцом 3, нагнетание воды в водоподаю-  
щую трубу 6 прекращают и ожидают

стока воды из нее и оголовка 5, затем снимают оголовки 5 и приступают к проведению опыта по известной технологии с раздельной подачей воды на один и тот же уровень в пространство между внешним и внутренним кольцами и во внутреннее кольцо 3. По окончании опыта расчетным путем определяют коэффициент фильтрации  $K_f$  с использованием значения площади поперечного сечения внутреннего кольца 3 и дебита воды, проходящей через это сечение.

При наличии сильно высушенных грунтов зоны азрации и возникновения при этом в них (на поверхности песчаных зерен) водоотталкивающих свойств, вызванных эффектом, обуславливающим гистерезис смачивания, дополнительно в дно шурфа 2 заглубляют третье кольцо большего диаметра, чем кольцо 4, присоединяют к верху кольца нового и кольца 4 герметично быстросъемный оголовок, аналогичный по конструкции оголовку 5, и подают по присоединенным к обеим оголовкам трубкам воду со всевозрастающим давлением, с более высокими темпами этого возрастания по сравнению с оголовком 5 и в оголовок дополнительный. После полного замачивания дна шурфа под внутренним кольцом переходят к операциям, описанным выше.

В случае наличия в верхней части грунтов 1 зоны азрации возможных мелких аномалий фильтрационных свойств этих грунтов, например водоотталкивающих структур песчаноглинистых пород, микротрещиноватости и т.п., для установления имеются ли такие аномалии заглубляют оба (или три) кольца на глубину пересечения не менее двух разностей грунтов. Затем производят последовательно все операции и приемы, обеспечивающие замачивание грунтов под внутренним кольцом, до начала опыта. После чего снимают оголовок (оголовки) и углубляют дно шурфа по всей поверхности до достижения нормальной глубины над дном основания колец, отбирают образцы грунта на водно-фильтрационные визуальные и лабораторные наблюдения и исследования, после того проводят по установленной методике опыт по определению необходимых для расчета  $K_f$  основных параметров, параллельно определяя по отобранному образцам визуально и лабораторным путем дополнительные данные. По результатам определения вносят необходимые расчетные поправки в определение  $K_f$  или же проводят повторные опыты по определению основных гидрогеологических параметров.

**Пример.** Рассмотрим выполнение изобретения с применением третьего дополнительного кольца. За основу берем два стандартных кольца диаметром 500 и 250 мм, высотой 200 мм конструкции Н.С. Нестерова. Третье кольцо может быть расположено снаружи большего по диаметру кольца, между большим и меньшим и внутри меньшего.

Выбираем последний случай из расчета сравнительно небольшой мощности горных пород зоны азрации, представленных супесями и суглинками.

Значение коэффициентов фильтрации для этих пород составляет соответственно 0,1–0,5 и 0,01–0,1 м/сут; скорость подъема (продвижения) капиллярных вод при высоте 30–40 см равняется 17–14 и 16–12 см/ч, а при высоте 50–100 см – 9–3,1 и 5,0–2,8 см/ч; наибольшая скорость подъема отмечена при высоте 20–30 см и составляет 31–17 и 26–16 см/ч.

Внутреннее кольцо рассматриваемого в качестве примера устройства равняется 200 мм, среднего 250 мм, наружного 500 мм; высота каждого из трех колец 200 мм. Кольца перед началом опыта снабжаются съемным оголовком, разделяющим пространство между внутренним и средним кольцами: средним и внутренним на две изолированные камеры, открытые внизу и содержащие в верху патрубки для присоединения водоподающих трубок.

Кольца, снабженные оголовком, заделывают в дно специально подготовленного для опыта шурфа на глубину более половины высоты колец, для примера 175 мм. Затем обе камеры заполняются водой, включая присоединяемые к патрубкам водоподающие трубки, соединяемые, в свою очередь, с двумя самостоятельными насосными системами, снабженные регуляторами и датчиками напора и дебита.

При одинаковой величине напора дебит воды, проходящей через кольцевой зазор между наружным и средним кольцами, в 7,3 раза превышает таковой через зазор между средним и внутренним. При увеличении относительно внутреннего кольцевого зазора величины напора наружного кольцевого зазора, например, в два раза дебит во внешнем зазоре также увеличивается в два раза и превышает 1,6 раза дебит во внутреннем зазоре; кинетическая энергия первого потока в 29,2 раза превышает кинетическую энергию второго. Благодаря этому граница между внутренним и внешним потоками отклоняется в осевом направлении. Величина отклонения в угловом выражении достигает полной величины угла диффузии –  $6^\circ$ . На

внутренней границе внутреннего кольцевого потока этот угол достигнет 9°.

Исходя из последнего, противоположные струи потока (в диаметральном разрезе) сожмутся согласно расчета на глубине 0,63 м.

С учетом принятых конкретных значений диаметров внутреннего и среднего кольца (200 и 250 мм, зазор на сторону 25 мм) и величины заглубления колец (175 мм) максимальная длина капиллярного канала до поверхности земли составляет 200 мм. Время полного прохождения капиллярной воды по пути этой длины должно быть несколько больше времени фильтрации воды во внутреннем кольцевом зазоре до полного смыкания противоположных струй (глубина 0,63 м).

Берем в качестве примера фильтрацию воды в суглинках -  $K_f = 0,1$  м/сут (фракции 0,01-0,005 мм). Расчетное время фильтрации для этого случая должно быть (скорость капиллярного движения 0,125 см/ч) не более 5 ч. При гидравлическом уклоне, равном 1, время, необходимое для фильтрации на глубину 0,63 м, составляет не менее 6 сут. Для обеспечения величины не более 5 ч необходимо создать гидравлический уклон соответственно равный 16,6 м избыточного столба воды. Избыточное давление воды в зазоре между наружным и внутренним кольцами должно превышать такое же во внутреннем зазоре в 1,73 раза, чтобы полностью исключить влияние внешнего потока на его границу с внешним кольцом. Это соответствует во внешнем зазоре величине избыточного давления 28,7 м.

Нарастание давления и расхода воды во внешнем и внутреннем зазорах ведут одновременно в нарастающим темпе до достижения указанных значений избыточного столба воды в первом и втором кольцевом зазорах, не допуская резких колебаний дебита и его увеличения или спада и выдерживая преобладание напора во внешнем зазоре.

После появления замачивания по всей поверхности внутреннего кольца окклюзия подачу воды в обе камеры оголовка демонтируют водоподающие трубки и оголовок, открывая тем самым доступ к дну шурфа между внутренним и наружными кольцами, углубляют дно шурфа внутри внутреннего кольца и между внутренним и средним, а также при большой изменчивости литологического состава суглинков по площади между средним и большим оставшейся площади дна шурфа (для изучения характера изменчивости состава по вертикали) на глубину 0,75 м; для изучения

литологической неоднородности пород, степени замачивания и гидрофильности отбирают по меридиональному разрезу образцы пород и направляют их в лабораторию для соответствующих исследований, количество образцов и место их отбора выбирают, исходя из конкретных условий; оборудуют пространство внутри внутреннего кольца и между внутренним и средним кольцами двумя регуляторами для подачи воды, например, сосудами Мариотта; дно среднего и внутреннего колец покрывают песком или мелким гравием слоем 1-2 см; включают регуляторы и поддерживают во внутреннем кольце и между внутренним и средним высотой слоя воды 10 см; опыт ведут до стабилизации расхода воды через внутреннее кольцо; для повышения точности расчетов рекомендуется осуществлять замеры скорости просачивания по скорости падения уровня в шурфе при отключенном питании на время замеров, для каждого такого замера достаточно снижение уровня на 2-4 см.

Существует несколько способов обработки данных наливов в шурфы, основанных на законе Дарси. Пренебрегая капиллярным давлением, которое вносит погрешность в определение  $K_f$  менее 20%, и принимая в процессе длительной инфильтрации напорный градиент близким к единице, коэффициент фильтрации можно определить при известном расходе потока или скорости потока по формуле

$$K_f = \frac{Q}{W \cdot V}$$

где  $V$  - скорость просачивания воды во внутреннем кольце;

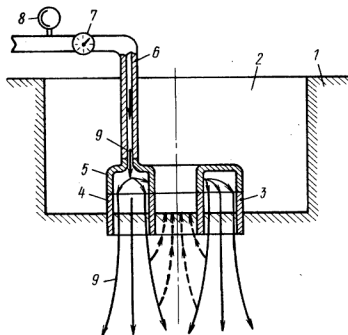
$W$  - площадь внутреннего кольца (площадь фильтрации);

$Q$  - стабилизировавшийся в процессе опыта расход воды.

Так, в рассматриваемом примере при  $Q = 0,003$  м³/сут;  $K_f$  составит 0,095 м/сут.

#### Формула изобретения

Способ определения коэффициента фильтрации грунтовых пород, заключающийся в фильтрации воды с постоянным напором через заглубленные в грунт концентрически расположенные два кольца разного диаметра, замер расхода воды во внутреннем кольце и определение по данным исследования коэффициента фильтрации, отличающийся тем, что, с целью повышения точности определения, перед началом исследования ведут налив воды с возрастающим во времени напором зазор между внутренним и внешним кольцами до полного замачивания поверхности грунта на площади внутреннего кольца.



Редактор А.Шандор

Составитель М.Тупысев  
Техред М.Моргентал

Корректор Н.Ревская

Заказ 603

Тираж 362

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101