

Кавитация в местных гидравлических сопротивлениях. — М., 1978. — С. 273.  
 3. Положительное решение от 24.12.87 по заявке № 4184365/31-26 (013598).  
 4. З в е р х о в с к и й Ю.Е. Измерение реодинамических характеристик вязко-пластичных глинистых суспензий с помощью электрохимического метода // Реофизика / ИТМО АН БССР. — Мн., 1977. — 36 с. 5. З в е р х о в с к и й Ю.Е. Исследование реологических свойств глинистых электропроводных суспензий // Реофизические исследования / ИТМО АН БССР. — Мн., 1974. — 100 с.

А.В. КОПЫТОВСКИХ, В.Т. КЛИМКОВ

### ФИЛЬТРАЦИЯ В ВОЛОКНИСТОМ ПОРИСТОМ ПОЛИЭТИЛЕНЕ (ФИБЕЛЕНЕ)

Характерной особенностью работы фильтрующих элементов поглощителей поверхностного стока с использованием тонких структурных фильтров, в частности фильтров из волокнистого пористого полиэтилена (фибелена), является то, что действующий напор может многократно превосходить толщину фильтрующего элемента или длину пути фильтрации. Поэтому важнейшая задача фильтрационных исследований — определение коэффициентов фильтрации, установление режимов и критических значений градиентов напора, соответствующих переходу от ламинарного (линейного) режима фильтрации к переходному (доквадратическому) и далее к турбулентному (квадратическому).

Исследования проводились на фильтрационном приборе для определения водопроницаемости фильтров при нормальной фильтрации чистой воды снизу вверх (рис. 1). Прибор состоит из корпуса 1, перфорированных диафрагм 2 и пьезометров П1 и П2. Диаметр рабочей части образца фильтра 40 мм.

Исследуемый образец фильтра помещался в корпусе прибора между диафрагмами с отверстиями. Площадь последних составляла 80—85 % от общей площади поверхности диафрагм. В фильтрационный прибор вводились игольчатые пьезометры для определения пьезометрических напоров в точке. Пьезометры устанавливались на фиксированных расстояниях один от другого с обеих сторон поверхности исследуемого материала. Каждая игла имела дву-

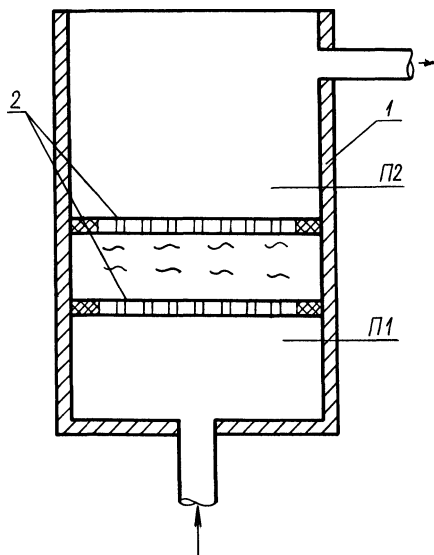


Рис. 1. Схема фильтрационного прибора

сторонний выход к пьезометрическому щиту, для того чтобы избежать случайных ошибок в показаниях пьезометров. Если же два пьезометра от одной пьезометрической иглы давали разные отсчеты, то показания по крайней мере одного из них были ошибочны и принимались меры к устранению причин, вызывающих эту ошибку.

В состав фильтрационной установки входил также напорный бак, с помощью которого регулировался рабочий напор. В целях предотвращения попадания в прибор вместе с фильтром механических примесей в бак предусмотрен фильтр из двух-трех слоев стеклохолста. После установки исследуемого образца прибор заполнялся водой с дальнейшим выдерживанием в течение 24 ч для удаления заземленного воздуха. На стадии рабочего этапа устанавливался требуемый напор и производились замеры. В опытах фиксировались температура воды, перепад давления, объем профильтровавшейся воды и продолжительность опыта, а затем определялись расход и скорость фильтрации.

На основании полученных данных построены графические зависимости  $v_{\phi} = f(I)$  (рис. 2 и 3), которые свидетельствуют о том, что во всех исследованных образцах волокнистого полиэтилена (фибелена) имеются начальные участки, на которых величины скорости фильтрации  $v_{\phi}$  и градиента напора  $I$  линейно связаны и описываются зависимостью

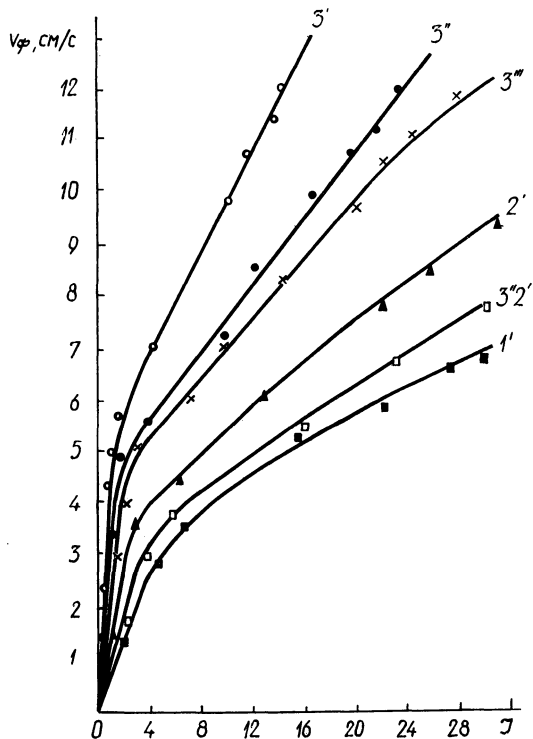
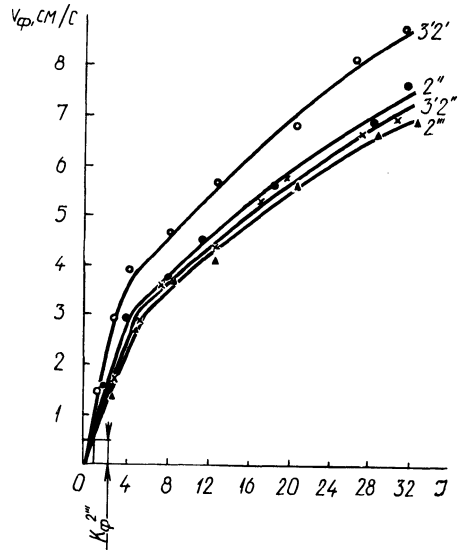


Рис. 2. Графики зависимости скорости фильтрации от градиента напора в одно-, трехслойных материалах

Рис. 3. Графики зависимости скорости фильтрации от градиента напора в двух-, трехслойных материалах.



$$v_{\phi} = k_{\phi} I, \quad (1)$$

где  $k_{\phi}$  — коэффициент фильтрации, соответствующий линейному (ламинарному) режиму работы фильтра.

Методика и порядок графического определения значения  $k_{\phi}$  для всех исследованных образцов фильтроматериалов заключается в определении скорости фильтрации, соответствующей единичному градиенту напора и численно равной коэффициенту фильтрации  $k_{\phi}$ . На рис. 3 показан принцип определения значения  $k_{\phi}$  для образца фильтра с индексом  $2'''$ . Аналогично были найдены значения коэффициентов фильтрации для остальных образцов.

При определении значений коэффициентов фильтрации использовалась также и двучленная зависимость. Экспериментально доказано, что при движении жидкости через пористую среду градиент гидродинамического давления при всех режимах фильтрации во всем диапазоне чисел Рейнольдса может быть описан следующей двучленной зависимостью (1), (2), (3):

$$I = av_{\phi} + bv_{\phi}^2, \quad (2)$$

где  $a = 1/k_{\phi}$  — величина, обратная коэффициенту фильтрации при линейном (ламинарном) режиме фильтрации;  $b = 1/k_{\phi \cdot \tau}$  — величина, обратная коэффициенту фильтрации при квадратичной (турбулентной) фильтрации. Разделив уравнение (2) на  $v_{\phi}$ :

$$I/v_{\phi} = a + bv_{\phi}, \quad (3)$$

получим уравнение прямой линии. Следовательно, если движение жидкости через волокнистый пористый полиэтилен действительно

Табл. 1. Результаты фильтрационных исследований

Индекс фильтра	Коэффициент фильтрации		Критические градиенты напора	
	ламинарной, см/с	турбулентной, см/с <sup>2</sup>	$I_I^{кр}$	$I_{II}^{кр}$
1'	0,72	0,016	5,0	7,2
2'	1,3	0,029	2,9	4,3
2''	0,82	0,017	3,2	5,2
2'''	0,65	0,015	4,1	6,9
3'	4,4	0,099	1,3	2,4
3''	3,0	0,060	1,6	2,9
3'''	2,4	0,051	2,1	4,0
3' 2'	1,1	0,024	2,6	4,1
3'' 2'	0,92	0,020	3,6	4,7
3' 2''	0,73	0,016	4,0	6,3

Примечание. Количество штрихов в индексе фильтра соответствует количеству слоев материала.

подчиняется двучленной зависимости (2), то опытные точки, полученные в результате исследований, должны ложиться на графиках  $I/v_{\phi} = f(v_{\phi})$  на прямую линию.

На основе зависимости (3) для всех исследованных фильтроматериалов методом наименьших квадратов определены коэффициенты  $a$  и  $b$ , а также коэффициенты ламинарной и турбулентной фильтрации  $k_{\phi}$  и  $k_{\phi \cdot \tau}$ . Далее по формуле (2) вычислены критические значения градиентов напора  $I_I^{кр}$  и  $I_{II}^{кр}$ , соответствующие переходу от линейной (ламинарной) фильтрации в зону переходного (доквадратичного) и далее в зону турбулентного (квадратичного) режима. Результаты проведенных исследований представлены в табл. 1.

Исследованные образцы фильтров имеют коэффициенты фильтрации в диапазоне 550—3800 м/сут и превосходят такие высоководопроницаемые фильтроматериалы, как стеклоткани СС-1, ССТЭ-6 и стеклохолсты ВВГ, ВВК (коэффициенты фильтрации 30—2500 м/сут) [2]. Установлено, что все исследованные образцы характеризуются участками линейной (ламинарной), доквадратичной (переходной) и квадратичной (турбулентной) фильтраций с критическими градиентами напора  $I_I^{кр} = 1,3-5,0$  и  $I_{II}^{кр} = 2,4-7,2$ . Полученные значения коэффициентов фильтрации соответствуют квадратичному (турбулентному) режиму, что дает возможность рассчитывать значения скоростей фильтрации, необходимые для назначения рабочих размеров фильтрующих элементов сооружений, предназначенных для перевода поверхностного стока в дренажный и работающих в затопленном режиме при высоких градиентах гидродинамического давления.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бессонов Н.Д. Гидравлические исследования фильтров блочного типа // Гидротехника и мелиорация. — 1961. — № 4. — С. 38—47. 2. Пивовар Н.Г., Бугай Н.Г., Рычко В.А. Дренаж с волокнистыми фильтрами.— Киев, 1980. — 216 с. 3. Ляпидевский Б.В. Дренажные фильтры из керамзитостекла // Реферат. сб. ЦНИИС. — 1969. — Вып. 3.

УДК 628.334.5

И.Е. ЛУРЬЕ

### О РАСЧЕТЕ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОТСТОЙНИКОВ С ТОНКОСЛОЙНЫМИ БЛОКАМИ

Применение тонкослойных блоков в отстойниках разных типов является одним из наиболее эффективных направлений интенсификации процессов осветления. Из известных схем работы тонкослойных блоков — противоточной, прямоточной, перекрестной — для горизонтальных отстойников наибольший интерес представляет последняя. При перекрестной схеме наклонные пластины тонкослойного блока устанавливаются вдоль направления потока, осветляемая жидкость движется горизонтально, а оседающие и всплывающие взвешенные частицы сползают вниз и поднимаются вверх в направлении, перпендикулярном к направлению движения жидкости. В результате этого практически исключается отрицательное воздействие потока на процессы осветления, которое имеет место, например, при противоточной схеме, когда поток осветляемой жидкости и сплзающий осадок движутся навстречу друг другу.

В СНиП 2.04.03-85 "Канализация. Наружные сети и сооружения" [1] приводятся расчетные данные для проектирования канализационных отстойников, оборудованных тонкослойными блоками, однако формула (35) для расчета отстойников с тонкослойными блоками при перекрестной схеме работы нуждается в уточнении.

Ниже приводится вывод формулы для расчета тонкослойных блоков при перекрестной схеме работы.

Тонкослойный блок является разновидностью горизонтального отстойника, и процессы отстаивания в нем описываются известным уравнением

$$L = vh/U_0, \quad (1)$$

где  $L$  — длина участка, на котором происходит выпадение взвеси;  $v$  — фактическая средняя скорость движения воды;  $U_0$  — гидравлическая крупность выпадающих загрязнений;  $h$  — высота слоя осаждения (глубина отстойника).