

З.Х.Джумаходжаев, С.И.Котлик - канд.техн.наук
(САНИИРИ им. В.Д.Журина)

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ТЕХНОЛОГИИ ПОДБОРА ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ЗАПОЛНИТЕЛЯ ТРУБОФИЛЬТРОВ

Гранулометрический состав заполнителя фильтрационного бетона определяет макроструктуру и, следовательно, фильтрационные и эксплуатационные свойства изделий.

Для обеспечения фильтрационной устойчивости грунтов в районах дренирования традиционные методы подбора составов бетона для трубофильтров базируются на принципах подбора гранулометрического состава обратных фильтров из рассыпных материалов. При этом за основные критерии принимаются коэффициенты разноразмерности заполнителя и междуслойный.

Коэффициент разноразмерности определяется по формуле

$$\eta = \frac{D_{60}}{D_{10}}, \quad (1)$$

где

D_{60} , D_{10} - диаметры зерен заполнителя, содержание которых вместе с зернами меньшего диаметра составляет 60 и 10% по весу соответственно.

Междуслойный коэффициент находят по формуле

$$m = \frac{D_{50}}{d_{50}}, \quad (2)$$

где

D_{50} , d_{50} - средние диаметры частиц, соответственно, заполнителя фильтрационного бетона и защищаемого грунта.

Величина междуслойного коэффициента, при которой выполняется условие непроникновения частиц грунта в поры бетона в зависимости от коэффициента неоднородности, по И.С.Николадышеву [1], равна соответственно:

η 2-3 3-5 5-10 10

m 10 10-15 15-20 20-25.

Следует отметить, что методы расчета гранулометрического состава заполнителя носят приближенный характер, так как фильтрационные свойства трубофильтров во многом зависят от дозировки вяжущего и технологии изготовления труб. Кроме того, по сред-

нему диаметру заполнителя зерен, особенно керамзита, невозможно судить о их грансоставе. Обеспечение же фильтрационной устойчивости грунта требует корректировки гранулометрического состава заполнителей для каждого конкретного случая.

В последние годы в ряде НИИ, в том числе в САННИИ, учеными в этой области были сделаны попытки унифицировать требования к трубофильтрам и составу заполнителей для мелкопористого и крупнопористого фильтрационных бетонов. На основе разработок издано "Руководство по технологии изготовления трубофильтров и их применению для дренажа орошаемых земель", М., 1979.

В "Руководстве" рекомендуются зерновые составы заполнителей по массе (табл. I).

Т а б л и ц а I
Рекомендуемые зерновые составы заполнителей бетона
трубофильтров

Размер фракций, мм	Содержание фракций по массе, %	
	мелкопористый бетон	крупнопористый бетон
10-5	5-10	20-30
5-2,5	20-30	40-60
2,5-1,25	30-40	10-20
1,25-0,63	10-20	5-10
0,63-0,31	5-10	0-10
0,31-0	0-7	0-7

Примечание. Допускается отклонение зернового состава заполнителя от предельных значений при соответствующем обосновании.

Из табл. I видно, что содержание фракций в бетоне колеблется в довольно значительных пределах и это отражается на пористости, а следовательно, и на фильтрационных характеристиках трубофильтров. Таким образом, коренной недостаток предшествующих методик не устранен в полной мере.

На свойства фильтрационного бетона оказывают влияние не только объем пор, но и характеристики поровой структуры. Для обеспечения фильтрационной устойчивости грунта важно, чтобы поровая часть была не только минимальной, но и тонкокапиллярной.

Рациональные зерновые составы, отвечающие данным условиям, по нашему мнению, можно определить, руководствуясь известным принципом последовательного заполнения пустот. Согласно этому принципу, зерна более мелких фракций должны попадать в пустоты, образующиеся при укладке более крупных частиц без раздвижки последних. В соответствии с этим принципом в ЛИСИ разработан теоретически обоснованный и удобный для практического использования метод расчета зернового состава песка в уплотненном состоянии [2].

Авторами на основе геометрических расчетов, подтвержденных экспериментальным путем на фракциях гранита, базальта и ангидрита, установлено, что оптимальное соотношение смежных фракций $\frac{d_n}{d_{n-1}}$ при компоновке многофракционного заполнителя должно стремиться к 0,226. Соответственно, отношение размеров крупной фракции к мелкой находится в пределах 4:1 - 5:1. Требуемая масса n -ной фракции многофракционного заполнителя с достаточной инженерной точностью определяется по формуле

$$P_n = \delta (1 - \varphi'_i) \cdot 0,8^{n-2} \varphi''_n, \quad (3)$$

где

P_n - масса фракции;

δ - плотность материала;

φ'_i - коэффициент заполнения, показывающий изменение объема пустот первой фракции при заполнении второй; он равен отношению объема зерен второй фракции, попавших в пустоты первой фракции, к объему этих пустот;

φ''_n - коэффициент заполнения, определяющий необходимое количество последней фракции для максимального заполнения ею объема пустот, оставшихся после добавления в смесь предыдущих фракций:

$$\varphi''_n = \left(\frac{P}{\delta} \right) \left[\frac{1}{(P_{n-1} \cdot V_{n-1})} \right]. \quad (4)$$

Здесь

P - навеска заполняющей мелкой фракции;

P_{n-1} - пустотность смеси после добавления предшествующих крупных фракций;

V_{n-1} - объем смеси заполнителя, состоящего из предшествующих крупных фракций.

Отмечено, что при подборе 3-фракционной смеси по данной методике все пески практически показали одинаковую пустотность - 28%.

Керамзит, выпускаемый промышленностью и принятый в качестве заполнителя фильтрационного полимербетона, является полифракционным материалом с непрерывной гранулометрией от 0 до 20 мм. Согласно методике последовательного заполнения пустот, при такой гранулометрии возможно существование четырех рациональных составов фракционированного заполнителя, которые и были приняты для проведения исследований.

Фракционные составы заполнителя:

1. D_{10-20} , $D_{2,5-2}$, $D_{0,63-1,25}$
2. D_{10-20} , $D_{2,5-5}$, $D_{0,63-1,25}$, $D_{0,14-0,31}$
3. D_{5-10} , $D_{1,25-2,5}$, $D_{0,31-0,63}$
4. $D_{2,5-5}$, $D_{0,63-1,25}$, $D_{0,14-0,31}$

Согласно расчетам, произведенным по формулам (3, 4), определены процентные содержания фракций керамзита для каждого из рациональных составов (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Зерновые составы заполнителя фильтрационного бетона

Номер состава	Размер фракций, мм	Содержание фракций по массе, %
1	10-20	68
	2,5-5	17
	0,63-1,25	15
2	10-20	61
	2,5-5	15,5
	0,63-1,25	13,5
	0,14-0,31	10
3	5-10	70
	1,25-2,5	17
	0,31-0,63	13
4	2,5-5	69
	0,63-1,25	18
	0,14-0,31	13

Следует отметить, что в керамзите основная доля по массе приходится на первые две фракции. Следовательно, при использовании хотя бы двух составов - 2 и 3 - весь заполнитель расходуется без отходов.

На основе полученных зерновых составов заполнителя фильтрационного бетона были изготовлены серии образцов - дисков толщиной 5 см и диаметром 20 см, фильтрационные испытания которых были проведены на приборе Дарси (табл.3).

Т а б л и ц а 3
Среднестатистические результаты фильтрационных испытаний образцов

Номер состава	Пустотность, %	Коэффициент фильтрации, м/сут
1	30,2	16,04
2	27,7	9,61
3	28,8	9,84
4	27,5	9,23

Испытания образцов показали практически одинаковую фильтрационную способность всех составов и почти в два раза ниже, чем при применении заполнителя с непрерывной гранулометрией для мелкопористого бетона по "Руководству", что позволяет увеличить область применения трубофильтров без фильтровой обсыпки.

Данный метод подбора составов фильтрационного бетона позволяет использовать полный спектр грансоставов керамзита, не прибегая к дроблению крупной фракции, что значительно ухудшает качество керамзита.

Расчетный способ подбора состава заполнителя способствует более компактной укладке зерен и образованию лучших контактов между ними, что, в свою очередь, увеличивает прочность, однородность и приводит к образованию тонкокапиллярной структуры фильтрационного бетона.

Фракционирование и последующее объемное дозирование керамзита при изготовлении трубофильтров, позволяющее автоматизировать процесс подготовки гранулометрического состава, значительно улучшит качество изделий.

Результаты исследований по подбору состава фильтрационного бетона будут внедрены в текущем году при производстве трубофильтров на Калининбадском заводе ЖБИ.

Л и т е р а т у р а

1. Н и к о л а д ы ш е в И.С. Исследование фильтров из пористого бетона. Ж. "Гидротехника и мелиорация" № 10, 1958.
2. Б о ж е н о в П.И. Технология автоклавных материалов. Л., 1978.