

Тагибаев Д.Д.

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СКОРЫХ ФИЛЬТРОВ

D.D. Tagibaev

IMPROVING THE PERFORMANCE OF THE RAPID FILTERS

УДК: 628.16/067.3

*Рассмотрены вопросы повышения производительности скорых фильтров использованием неоднородных загрузок.*

*Questions of increase of productivity of the rapid filters using heterogeneous downloads.*

В коммунальном и промышленном водоснабжении наибольшее распространение имеют скорые фильтры с нисходящим фильтрационным потоком. Одним из основных требований к загрузке таких фильтровальных сооружений является использование по возможности однородных по крупности зернистых фильтрующих материалов. Если фильтрующая среда подобных фильтров неоднородна, то в результате гидравлической классификации зерен загрузки, происходящей при ее промывках, в верхних слоях скапливаются мелкие зерна. Такие слои, поскольку на них в первую очередь поступает неосветленная вода, быстро кольматируются, что приводит к повышенному приросту потери напора в фильтрующей загрузке и снижению продолжительности фильтроцикла до достижения предельной потери напора. В результате грязеемкость большей части зернистой загрузки остается неиспользуемой для процесса осветления воды и снижается производительность, возможная для данной конструкции фильтровального сооружения. Необходимо отметить, что даже в соответствии со СНиП 2.04.02-84 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения» отечественные загрузки фильтровальных сооружений могут иметь очень большой коэффициент неоднородности (более 2-х). На практике даже это невысокое требование к неоднородности по крупности зерен загрузки не соблюдается.

Для преодоления данного недостатка скорых фильтров и практической реализации прогрессивного принципа фильтрования в направлении убывающей крупности зерен фильтрующей среды при нисходящем фильтровании применяются двух (например, антрацито-песчаная) и многослойные зернистые фильтрующие загрузки, в которых верхние слои выполняются из более крупных, но легких зернистых материалов.

Фильтрационные преимущества загрузок из высокопористых зернистых материалов, зерна которых имеют развитую поверхность, (имеющих обычно плотность меньшую, чем у кварцевого песка), в наибольшей степени реализуются при загрузке скорых однослойных или многослойных фильтров. Этой задаче в последние годы были посвящены работы В.Н. Мартенсена, Р.И. Аюкаева, А.М. Фоминых, А.К. Стрелкова, М.Г. Новикова, Е.Г. Петрова и многих других [1,2], в том числе и ряда научных сотрудников НИИ КВОВ, включая автора диссертации [3].

Экономический эффект достигается как за счет повышения производительности фильтровальных сооружений, так и благодаря тому, что при использовании новых фильтрующих материалов не требуется реконструкция самих фильтровальных сооружений.

На рис.1. представлены графики фронта продвижения отложений и темпа прироста потери напора для однослойных фильтрующих загрузок из кварцевого песка и дробленого керамзита, а также двухслойной керамзито-песчаной загрузки. Сравнение кварцевого песка с керамзитом производится вследствие того, что загрузка из дробленого керамзита получила значительное распространение по сравнению с другими новыми зернистыми фильтрующими материалами и она имеет одни из лучших фильтрационных показателей.

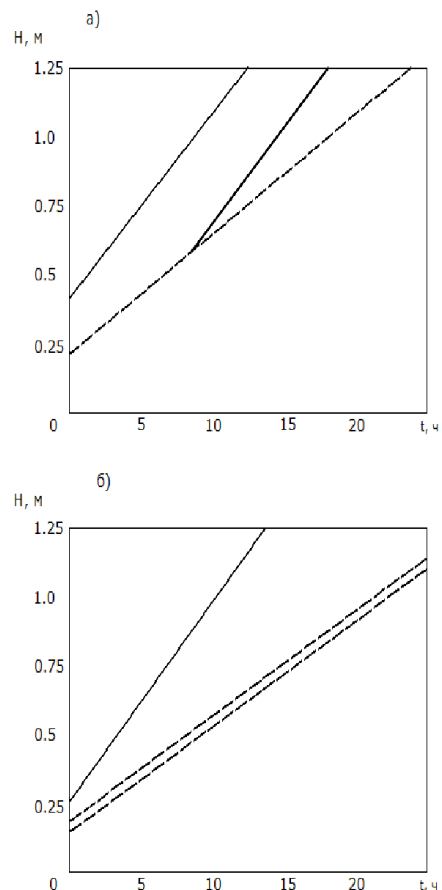


Рис. 1. Графики фронта продвижения отложений и темпа прироста потери напора для однослойных фильтрующих загрузок из кварцевого песка и дробленого керамзита а также двухслойной керамзито-песчаной загрузки.

В результате теоретических и экспериментальных исследований Е.Г.Петровым показано, что в достаточно однородных по крупности зерен фильтрующих средах сохраняется линейность продвижения фронта отложений в независимости от количества слоев фильтрующей среды, при этом скорость продвижения отложений зависит от фильтрационных параметров данного конкретного слоя многослойной загрузки. Из сравнительного графика влияния вида загрузки на продолжительность защитного действия фильтрующего слоя при одинаковой высоте и крупности зерен загрузки (Рис.1.а) видно, что благодаря повышенной пористости фильтрующего слоя наибольшая величина времени защитного действия фильтрующего слоя обеспечивается в керамзитовой загрузке, которое в такой загрузке примерно в 2 раза выше по сравнению с фильтрующим слоем из кварцевого песка. Двухслойная фильтрующая загрузка (керамзит-кварцевый песок) по этому показателю находится примерно посередине между однослойными загрузками из рассматриваемых фильтрующих материалов.

Несколько иная картина получается при сравнении данных фильтрующих сред по времени достижения предельной потери напора (Рис.1.б). Поскольку загрязнения накапливаются в первую очередь в верхнем слое скорого фильтра, основная доля величины потери напора в сравниваемых фильтрующих средах приходится на верхний керамзитовый слой загрузки и, вследствие этого время достижения предельной потери напора в керамзитовом фильтрующем слое и в двухслойной керамзито-песчаной загрузке примерно одинаково.

На рис. 2. представлена, полученная на основе вышеприведенных экспериментальных данных, расчетная зависимость оптимальной продолжительности фильтроцикла для трех рассматриваемых фильтрующих загрузок. Из графика видно, что использование дробленого керамзита как в виде однослойной загрузки, так и в виде верхнего слоя двухслойной загрузки позволяет достигать значительно большую продолжительность фильтроцикла (при условии оптимизации фильтрующего слоя, когда  $t_3 = t_H$ ) по сравнению с однослойной кварцевой загрузкой при одинаковой скорости фильтрования, либо достичь повышения скорости фильтрования (и, соответственно, производительности фильтров) при одинаковой продолжительности фильтроцикла в оптимальных условиях, когда время защитного действия фильтрующего слоя равно времени достижения предельной потери напора.

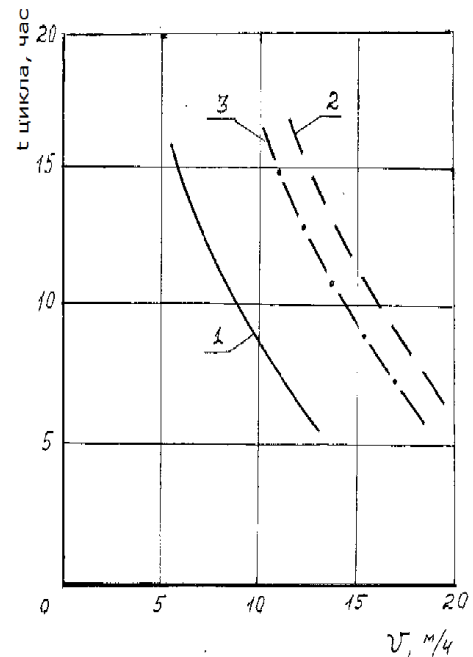


Рис. 2. Зависимость оптимальной продолжительности фильтроцикла скорых фильтров от скорости фильтрования: 1-кварцевый песок; 2-керамзит; 3-двухслойная загрузка.

Как было отмечено выше, отличительной особенностью большинства новых зернистых фильтрующих материалов, типа дробленого керамзита, шунгизита, вулканических шлаков и пр., является развитая поверхность зерен. Это, выгодное с точки зрения задержания загрязнений в толще фильтрующей загрузки свойство подобных зернистых материалов, вызывает сомнения в возможности их качественной отмывки в восходящем потоке промывной воды. В связи с этим были проведены специальные исследования и наблюдения за состоянием керамзитовой фильтрующей загрузки (обладающей в наибольшей степени вышеотмеченными свойствами) в производственных условиях.

Известные рекомендации по регенерации традиционной кварцевой загрузки фильтров сводятся к следующему [1,4 5]:

- отмывка расширяющихся в восходящем потоке воды слоев зернистой загрузки, в основном, происходит за счет оттирания задержанных загрязнений от зерен загрузки при их соударении во взвешенном слое;

- отмывка крупнозернистых нерасширяющихся слоев от ранее задержанных загрязнений происходит исключительно за счет динамического воздействия промывного потока воды, который, омывая с большой скоростью зерна фильтрующей среды, разрушает малопрочный осадок, накопившийся в поровом пространстве;

- с повышением интенсивности промывки до определенного предела увеличивается количество вымываемых загрязнений, после достижения определенной степени расширения фильтрующего слоя дальнейшее увеличение интенсивности промывки не дает заметного повышения эффективности отмывки загрузки; с учетом особенностей различ-

ных типов фильтровальных сооружений, вида и гранулометрического состава зернистой загрузки промывку проводят при расширении фильтрующего слоя на 20-40%.

Поскольку большинство новых зернистых фильтрующих материалов (керамзит, вулканические шлаки, горелые породы и пр.) имеют плотность и, соответственно, гидравлическую крупность меньшую, чем у кварцевого песка для их промывки требуются несколько меньшие интенсивности промывки. Данное обстоятельство вызвало опасение специалистов, что при меньшей интенсивности промывки будет ухудшаться эффективность отмытки загрузки и для достижения качественной отмытки загрузки потребуются значительно больший расход промывной воды.

Наблюдения за работой промышленных фильтров не подтвердили этого. Некоторое снижение интенсивности промывки вызывает необходимость соответствующего увеличения ее продолжительности (в первую очередь, для выноса загрязнений из над загрузочного пространства фильтра), при этом общий расход промывной воды на один цикл промывки изменяется незначительно, а качество промывки остается достаточно высоким.

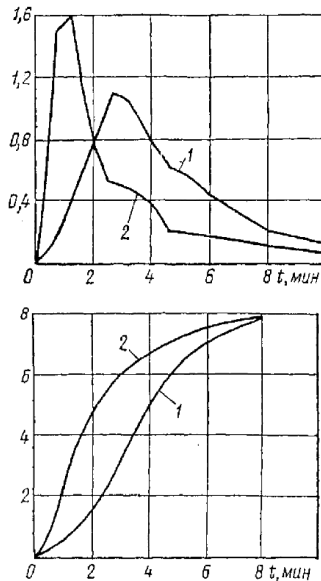


Рис. 3. Динамика отмытки загрязнений из керамзитовой (1) и кварцевой (2) загрузок производственных фильтровальных сооружений.

На рис. 3. приведена динамика отмытки загрязнений (мгновенные концентрации загрязнений и суммарные за время промывки) для двух скорых фильтров с керамзитовой и кварцевой загрузкой, из которого следует, что время осветления промывной воды для кварцевой загрузки происходит несколько быстрее, чем для керамзитовой или другой высокопористой загрузки. Это объясняется, в первую очередь, тем, что высокопористые загрузки имеют меньшую плотность по сравнению с кварцевым песком и для взвешивания фильтрующего слоя из этих материалов требуется меньшая интенсивность

промывки, что приводит к увеличению продолжительности вымыва загрязнений из надфильтрового пространства. Однако, по этой же причине, несмотря на увеличение продолжительности промывки, требуемый расход промывной воды остается практически без изменений.

Вместе с тем, при применении керамзита, шунгизита и других дробленых материалов с недостаточно высокими механическими свойствами использование водовоздушной промывки, оказывающей повышенное механическое воздействие на зерна загрузки, нежелательно.

Некоторое окатывание зерен дробленых материалов имеет место и при многолетней эксплуатации зернистого слоя при использовании водяной промывки. На рис. 4. представлен график уменьшения продолжительности фильтроцикла в оптимальном режиме по отношению к продолжительности фильтроцикла в начальный момент эксплуатации "свежедробленной" загрузки.

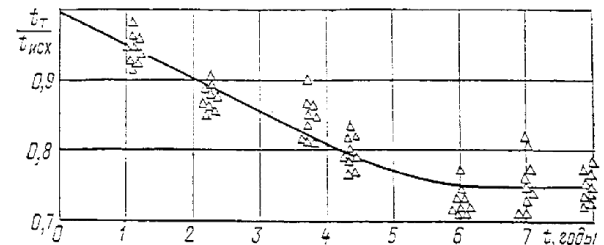


Рис. 4. Влияние срока эксплуатации керамзитовой загрузки на продолжительность фильтроцикла.

Как видно из графика основное окатывание зерен керамзита при продолжительной эксплуатации происходит за первые 3-4 года. В дальнейшем технологические свойства фильтрующего слоя из керамзита практически не изменяются, при этом продолжительность фильтроцикла составляет примерно 80% от первоначальной.

#### Литература:

1. Аюкаев Р.И., Мельцер В.З. Производство и применение фильтрующих материалов для очистки воды. Справочное пособие. Л., Стройиздат, 1985. (авторские 60 стр.).
2. Петров Е.Г. Исследование характеристик фильтрующих материалов и расчет многослойных загрузок водоочистных фильтров. Кандидатская диссертация. Л., 1969.
3. Чернова З.В. К вопросу совершенствования конструкций фильтровальных сооружений путем применения новых фильтрующих материалов. Научные труды. АКХ, Вып. 98, М., 1973.
4. Грабовский П.А., Ларкина Г.М. Конструкции дренажно-распределительных систем скорых водоочистных фильтров. Обз. информация ЦБНТИ Минводхоза, №12. М.1983.
5. Апельцина Е.И., Мельцер В.З. Особенности использования озонирования и сорбции в традиционных схемах водоподготовки. Доклады на научно-техническом семинаре "Очистка природных вод, содержащих антропогенные загрязнения, для хозяйственно-питьевых водопроводов". М., 1995.

Рецензент: д.т.н., доцент Халимов Д.П.