

УДК 628.16.067

В.И.ПРОГУЛЬНЫЙ, канд. техн. наук, В.С.ТЕЛЬПИС

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

СКОРЫЙ ФИЛЬТР С ПОРИСТЫМИ ОТВОДНЫМИ ТРУБАМИ

Приведен анализ конструкций отвода промывной воды из скорых фильтров. Предложена конструкция скорого фильтра с пористыми трубами для отвода промывной воды. Апробация пористых устройств на Ингулецких очистных сооружениях г. Николаева показала надежную их работу.

Важным этапом регенерации скорых водоочистных фильтров является отвод промывной воды, который оказывает существенное влияние на нормальную их работу. Так, при несовершенном отводе воды, загрязнения, вымытые из загрузки, не полностью удаляются с площади фильтра. В результате происходит рост остаточных загрязнений, увеличиваются начальные потери напора и темп их прироста, а также сокращается фильтроцикл. В связи с этим приходится увеличивать интенсивность, либо продолжительность промывки, что приводит к перерасходу промывной воды и, соответственно, эксплуатационных затрат, связанных с подачей и обработкой дополнительного объема воды.

Устройства для отвода промывной воды должны отвечать следующим требованиям:

- 1) предотвращать унос фильтрующей загрузки при промывке.
- 2) полностью удалять загрязнения из надзагрузочного слоя.
- 3) обеспечивать равномерный отвод загрязненной воды.
- 4) обеспечивать минимальную высоту надзагрузочного слоя.

Эти требования должны соблюдаться при условии простоты, надежности и экономичности конструкции.

В настоящее время существует множество конструкций отвода промывной воды. Наиболее распространенной являются горизонтальные желоба, расположенные над фильтрующей загрузкой [1]. При промывке вода, двигаясь вначале вертикально вверх, а затем горизонтально, переливается через кромки желобов и отводится в сборный канал. Желоба могут быть металлическими, либо железобетонными и иметь пятиугольную, треугольную либо полукруглую форму поперечного сечения. Размер и форма желобов, их число, а также высота расположения их кромок над уровнем взвешенного слоя фильтрующей загрузки определяются требованиями отвода расчетного расхода промывной воды и недопущением уноса загрузки.

Опыт эксплуатации и проведенные исследования [2] показали, что желоба не обеспечивают равномерный отвод промывной воды.

Скорости восходящего потока у вертикальных стенок значительно превосходят скорости в пространстве между желобами. Это вызвано тем, что при промывке желоба частично погружены в слой взвешенной загрузки и стесняют живое сечение потока, что приводит к неравномерному полю скоростей при промывке. В результате концентрация взвеси в промывной воде убывает медленнее, и приходится удлинять промывку.

Для выравнивания поля скоростей предлагалось [3] под каждым желобом устраивать дополнительный V-образный перфорированный желоб, в котором число и размер отверстий от оси желоба к его краям уменьшается. Однако это устройство усложняет конструкцию фильтра и затрудняет доступ к фильтрующей загрузке.

Исследования, проведенные по усовершенствованию отвода воды с помощью желобов, позволили разработать ряд конструкций, увеличивающих скорость транспортирования вымытый из загрузки загрязнений. Одна из таких конструкций представляет собой систему горизонтальных желобов [4], между которыми, выше уровня зернистой загрузки, расположена распределительная система для подачи сжатого воздуха.

Во время промывки пузырьки сжатого воздуха, поднимаясь вертикально вверх, выносят загрязнения в зону высоких горизонтальных скоростей.

В другой конструкции [5] в пространстве между отводными желобами установлен профилированный элемент, выполненный в виде треугольной призмы, которая может быть опущена выше или ниже в зависимости от степени расширения загрузки. В результате стеснения живого сечения потока увеличиваются скорости движения воды и также создаются благоприятные условия для интенсивного транспортирования вымытых из загрузки загрязнений. Однако эти решения существенно усложняют конструкцию и эксплуатацию фильтров.

Уменьшить унос загрузки и улучшить качество промывки позволяют наклонные сетки, установленные на верхних кромках горизонтальных желобов [6]. Они апробированы в фильтрах с двухслойной загрузкой, когда в верхнем слое располагаются крупные частицы.

В последние годы в нашей стране и за рубежом находят все большее применение системы низкого отвода промывной воды, которые используются, главным образом, при водовоздушной промывке.

Фирма "Патерсон" разработала систему отвода воды с помощью сифонов, вмонтированных в стенки сборного канала фильтра [2]. Эта конструкция позволяет предотвратить унос фильтрующей загрузки и практически полностью удалить надзагрузочный слой воды после

промывки, улучшив тем самым эффективность отмывки загрузки. Однако при этом заметно усложняется конструкция и эксплуатация фильтров. Широкое применение система низкого отвода промывной воды получила в скорых фильтрах типа "Аквазер" французской фирмы "Дегремон" [8]. Загрязненная вода здесь отводится с помощью водослива, имеющего специальную форму для предотвращения уноса фильтрующей загрузки. Однако, увеличение скоростей промывного потока у водослива может привести к выносу частиц загрузки, особенно при водовоздушной промывке. Кроме того, при строительстве здесь требуется обеспечение строгой горизонтальности водосливных кромок.

Другая конструкция низкого отвода промывной воды, применяемая при водовоздушной промывке [9], состоит из пескоулавливающего желоба, выполненного в виде двух наклонных взаимоперпендикулярных стенок, предназначенных для улавливания песка при промывке фильтра. Однако такая конструкция имеет ряд недостатков, описанных выше: высокие скорости у водослива, необходимость обеспечения строгой горизонтальности кромок водослива. Опыт эксплуатации показал, что такая конструкция не всегда предотвращает унос фильтрующей загрузки при промывке. В связи с этим приходится снижать интенсивность промывки, которая в большинстве случаев оказывается недостаточной для качественной отмывки загрузки.

Таким образом, из рассмотренных конструкций наиболее распространенной является система горизонтальных желобов, расположенных над загрузкой. Однако эта конструкция обладает рядом недостатков, важнейшими из которых являются:

- 1) неравномерный отвод промывной воды, обусловленный наличием зон повышенных и пониженных скоростей и негоризонтальностью желобов, что приводит к удлинению промывки и увеличивает объем промывной воды;
- 2) унос фильтрующей загрузки при промывке фильтра;
- 3) наличие по окончании промывки значительного слоя загрязненной воды, который увеличивает грязевую нагрузку и ухудшает в дальнейшем условия фильтрования;
- 4) фиксированное положение кромок желобов не позволяет при необходимости увеличивать интенсивность промывки из-за возможного уноса загрузки.

Сравнение существующих систем отвода промывной воды (желоба, водосливы, сифоны и т.д.) в [10] показали, что ни одна из них не имеет существенных преимуществ. Из всех рассмотренных конструкций наиболее перспективной является система низкого отвода, однако,

применяемые конструкции не всегда предотвращают унос загрузки при промывке фильтра.

Для устранения описанных недостатков предложено использовать пористые отводные системы, выполненные из полимербетона [11]. Этот материал обладает высокой прочностью, устойчивостью к агрессивному воздействию воды, обработанной реагентами, низким гидравлическим сопротивлением. Существует возможность подбора такого гранулометрического состава полимербетона, который бы не пропускал зерна загрузки и не коагулировался частицами загрузки и взвеси при достаточно высокой пропускной способности.

Несколько вариантов конструкций отводных пористых систем с 1987 г. успешно эксплуатируются на Ингулецких водоочистных сооружениях г. Николаева, где используются водовоздушная промывка загрузки – наиболее неблагоприятная с точки зрения отвода воды. В результате эксплуатации таких систем годовой унос загрузки сократился с 15 до 2%, расход промывной воды уменьшился на 10%, а полезная производительность фильтров была увеличена на 8%.

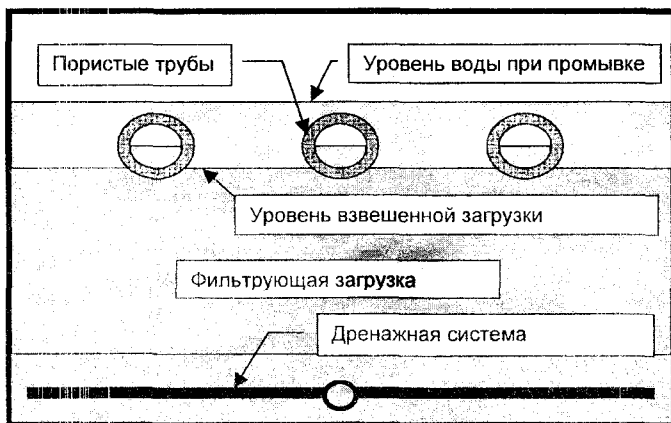
На кафедре водоснабжения Одесской государственной академии строительства и архитектуры разработана пористая конструкция для отвода промывной воды, представляющая собой систему труб, расположенных над фильтрующей загрузкой. Трубы изготовлены из пористого полимербетона – материала, состоящего из заполнителя – щебня или гравия, скрепленного эпоксидным связующим. Размер зерен заполнителя и количество связующего подобраны так, что остаются сквозные открытые поры, проницаемые для воды и взвеси, но не допускающие проникновение зерен загрузки минимального диаметра, используемого в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения (0,5 мм).

Скорый фильтр с пористыми отводными трубами (рисунок) работает следующим образом. Загрязненная вода при промывке фильтра, выйдя из слоя загрузки, проходит через пористые трубы и направляется в сборный канал, откуда удаляется по сбросному трубопроводу. При фильтровании исходная вода вначале наполняет сборный канал, а затем входит в пористые трубы, из которых уже в обратном направлении поступает на фильтр. Попеременное движение воды то в одном, то в другом направлении позволяет удалить случайно задержанные в поровом пространстве труб загрязнения.

Для более полного удаления загрязнений из внутренней части труб, они проложены с уклоном 0,02 к сборному каналу.

Система отвода промывной воды из фильтра с помощью пористых труб при правильном подборе состава полимербетона позволяет

существенно снизить унос фильтрующей загрузки. При этом полностью удаляются задержанные фильтром загрязнения, а также мелкие пылевидные частицы загрузки, образующиеся в результате истирания. При необходимости появляется возможность увеличить интенсивность промывки, а также использовать водовоздушную регенерацию загрузки без опасности ее уноса.



Скорый фильтр с пористыми отводными трубами

Кроме того, обеспечивается более полное удаление загрязненной промывной воды (при меньшем ее расходе) – ее можно сбросить почти до низа пористых труб, что гарантирует отсутствие грязевых скоплений на поверхности фильтрующего слоя.

Предлагаемая конструкция может быть реализована как в новом строительстве, так и при реконструкции существующих сооружений, и выполняться как в сборном, так и в монолитном вариантах. Конструкция может применяться для любых фильтрующих материалов, в т.ч. и новых (керамзит и т.п.), для двухслойных загрузок, а также любых способов промывок.

Для проектирования и внедрения в практику предложенного устройства отвода промывной воды необходимо решить следующие основные задачи:

1. Разработка математической модели гидравлических закономерностей отвода воды с помощью пористых труб.
2. Экспериментальная апробация модели.
3. Создание методики расчета пористых отводных систем.
4. Разработка технических указаний по проектированию и изготовлению пористых отводных систем.

1. Минц Д.М., Шуберт С.А. Фильтры АКХ и расчеты промывки скорых фильтров. – М.-Л.: Изд. МКХ РСФСР, 1951. – 174 с.
2. Key I. Cleaning of Filter Sands Water and Water Engineering. - 1949, 1. - p. 213-322.
3. Hirsh A.A. Backwashing Investigation and Proposed Simple Uniformity Control. G.A.W.W.A. 1968, 5, - p. 570-585
4. Багоцкий Ю.Б., Борисова С.А., Миркис В.И. Авт. свид. СССР № 980769, БИ №46, 1982.
5. Лозовский Я.Б., Новиков М.Г., Вилин А.Г. Авт. свид. СССР № 967513, БИ № 39, 1982.
6. Миркис В.И. Интенсификация работы фильтров // Водоснабжение и сан. техника. – 1986. – № 8.
7. Басс Г.М., Владыченко Г.П., Ларкина Г.М. Промывка скорых фильтров (обзор отечественного и зарубежного опыта). – В кн.: Новая техника жил.-комун. хозяйства. Водоснабжение и канализация. Вып. 20. – М.: ЦБНТИ МЖКХ РСФСР, 1972. – С. 3-15.
8. «Дегремон». Технические записки по проблемам воды. Т.1. – М.: Стройиздат, 1983. – 608 с.
9. АКХ им. К.Д.Памфилова. Технические указания на проектирование, строительство и эксплуатацию контактных осветлителей для очистки питьевой воды. – М.: Отдел научно-технической информации, 1972. – 29 с.
10. Short C.S. Backwashing Rapid Gravity Filters. British Water Supply. 1974, 1. - p. 24-27.
11. Грабовский П.А., Ларкина Г.М., Прогульный В.И., Гогедия Г.Г. Авт. свид. СССР № 1176913, БИ № 33, 1985.

Получено 17.09.2002

УДК 628.1.147

В.О.ТИХОНЮК-СИДОРЧУК

Харьковская государственная академия городского хозяйства

СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКАЯ ГИДРАТАЦИЯ КОАГУЛИРОВАННЫХ ПРИМЕСЕЙ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ КОНТАКТНОЙ КОАГУЛЯЦИИ

При исследовании влияния структурных особенностей гидроксида алюминия на процессы очистки воды при контактной коагуляции определенное значение оказывает структурно-механическая гидратация осадка, образующегося при контактной коагуляции примесей, а также структурная перестройка гидроксида алюминия в процессе очистки воды.

Наибольшее распространение среди коагулянтов, используемых на водопроводах Украины, получил сульфат алюминия, существенным недостатком которого является высокая чувствительность к температуре осветляемой воды, что объясняется большой гидратацией его при низких температурах. Возрастанию гидратации в этих условиях (1°C) способствует стабилизация золя $\text{Al}(\text{OH})_3$, плохо подвергающегося коагуляции в данном случае ионами HCO_3^- и SO_4^{2-} в концентрациях, превышающих их обычное содержание в воде в несколько раз.