

УДК 621.929.6

doi: [10.31474/1999-981X-2018-1-162-169](https://doi.org/10.31474/1999-981X-2018-1-162-169)В.Ю. Кухарь
Е.С. Запара

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ МНОГОКАМЕРНЫХ ФИЛЬТРОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ВОДЫ С РУЧНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ДЛЯ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Цель. Обосновать требования к сетчатому фильтру с ручным управлением для технической воды, выполнить разработку его конструкции, осуществить его апробацию и внедрить в практику промышленной водоподготовки на горно-металлургических предприятиях.

Методика. Решение поставленной цели выполнялось методами изучения и анализа литературных источников (научные публикации, рекламные материалы производителей фильтров), математического и физического моделирования процессов фильтрации механических частиц на сетчатом фильтроэлементе, изготовление и промышленные испытания образцов новых типов фильтров.

Результаты. Обоснованы технические требования к рациональной конструкции фильтра, позволяющего осуществлять эффективную очистку воды и очистку фильтроэлементов без прекращения фильтрации воды. Описаны два типа украинских промышленных фильтров технической воды с ручным управлением очисткой фильтроэлементов, предназначенных для установки в системах водоподготовки с целью удаления из потока механических включений размером 1 ... 5 мм. Рассмотрены конструктивные особенности каждого типа фильтров. Показано, что применение комбинированного способа очистки сетки фильтроэлемента, который сочетает гидродинамическое воздействие на уловленные сеткой частицы загрязнений обратного промывочного потока воды и разрыхляющее влияние работы перемещающегося по сетке щеточного очистителя дает низкую степень остаточных загрязнений на фильтроэлементе.

Научная новизна. Решена задача оптимизации одного из основных параметров фильтра - площади сетки фильтроэлемента. Факторами, влияющими на выбор площади сетки, приняты расход воды через фильтр, скорость фильтрации воды через сетку, крупность ячейки сетки фильтроэлемента, концентрация твердых загрязнений в очищаемой воде, допустимый период между очистками фильтроэлемента. Разработана методика расчета основных геометрических размеров фильтроэлемента.

Практическая значимость. Разработанные и внедренные в производство украинские промышленные фильтры с ручным управлением имеют низкую стартовую цену и эксплуатационные расходы, низкое гидравлическое сопротивление (не более 0,005 МПа) и малые (по сравнению с гравитационными отстойниками) габариты. Наличие нескольких независимо работающих фильтровальных блоков обеспечивает надежную подачу фильтрованной воды и не требует применения байпасной линии.

Ключевые слова: фильтр технической воды, сетчатый фильтроэлемент, обратный поток промывочной воды, щеточный очиститель.

Введение.

Водоснабжение горно-металлургических предприятий Украины, как и многих предприятий стран СНГ, характеризуется повышенным количеством твердых включений. Мусор органического (водоросли, листья, трава, моллюски) и неорганического (песок, ржавчина, окалина, фрагменты обшивки градирен, касок, детали спецодежды, металлические фрагменты, деревянные доски) попадает в системы технологического водоснабжения предприятий через открытые участки (градирни, сбросные колодцы, отстойники) оборотного цикла водоснабжения или из открытых источников (рек, водохранилищ).

Защиту потребителей воды от мусора осуществляют посредством установки самопромывающихся автоматизированных фильтров отечественного и зарубежного производства.

Однако в ряде случаев применение эффективных автоматизированных фильтров оказывается нецелесообразным по технико-экономическим соображениям. При качественной общецеховой или общезаводской водоподготовке техническая вода в целом соответствует требованиям ее потребителей. В воде имеются разовые или случайные включения, которые, тем не менее, могут привести к нарушению нормального функционирования конечного потребителя. Для таких условий оправдано применение фильтров упрощенной конструкции на основе постоянно находящейся в потоке воды сетки с ее периодической очисткой вручную.

Такие фильтра собственной разработки или поставок сторонних организаций применяются на ряде предприятий Украины и, в основном, решают поставленные задачи. Однако их основное неудобство состоит в

необходимости остановки подачи воды или ее подачи через байпасную линию на время очистки фильтра. В обоих случаях нарушается нормальное функционирование конечного потребителя воды.

Анализ последних исследований и публикаций.

Теоретическими вопросами создания автоматизированных и ручных фильтров для воды с плоскими цилиндрическими фильтровальными сетками занимались Мочалин Е.В. [1], Пупков В.С. [2], Кузьминский В.П. и Кухарь В.Ю. [3, 4] В работе [3] показан алгоритмы расчета основных параметров площади фильтроэлемента и размеров корпусов фильтра, в работе [4] рассмотрена методика определения требуемых гидравлических параметров фильтра при помощи экспериментального экспресс-стенда, которая может быть использована при назначении скорости фильтрации и скорости промывочного фильтровального потока, а также времени критического засорения фильтроэлемента.

Потребность в практически реализованных конструкциях простых и надежных фильтров с ручным управлением на предприятиях тяжелой индустрии только в Украине исчисляется десятками.

Цель исследований.

Обосновать требования к сетчатому фильтру с ручным управлением для технической воды, выполнить разработку его конструкции, осуществить его апробацию и внедрение в практику промышленной водоподготовки на горно-металлургических предприятиях.

Методы исследований.

Решение поставленной задачи выполнялось методами изучения и анализа литературных источников (научные публикации, рекламные материалы производителей фильтров), математического и физического моделирования процессов фильтрации механических частиц на сетчатом фильтроэлементе, изготовление и промышленные испытания образцов новых типов фильтров.

Изложение основного материала.

Выполнив анализ достоинств и

недостатков фильтров-аналогов (например, фильтров типа ФС [5]) и в результате изучения условий возможного применения на производствах, выработаны принципиальные требования к новому типу фильтров с ручным управлением:

- фильтр должен быть минимально возможных габаритов и массы;
- грязеемкость фильтра должна допускать длительную работу без очистки фильтроэлементов (ФЭ);
- во время очистки ФЭ подача фильтрованной воды к потребителям не должна прекращаться;
- гидравлическое сопротивление чистого фильтра должно быть минимальным;
- фильтр должен допускать возможность его ремонта и обслуживания без выведения фильтра из эксплуатации.

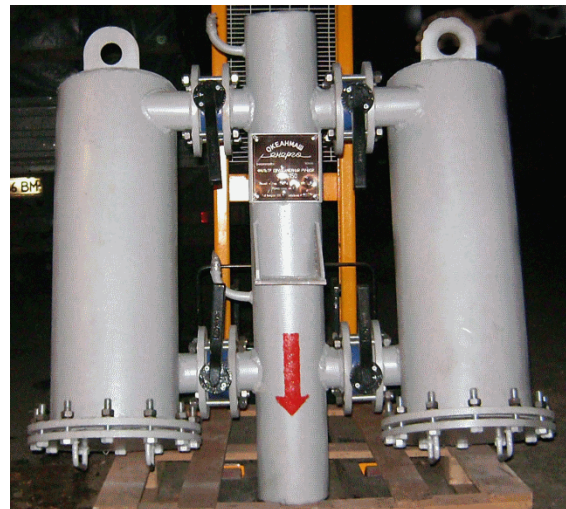


Рис. 1. Двухкамерный фильтр ФДР
Океанмашэнерго

Создан новый тип фильтров с ручным управлением, получившую торговую марку ФДР, изготавливаемый ООО «Океанмашэнерго» (г. Днепр, Украина). Фильтры удачно совмещают в себе простоту и эффективность ручных фильтров с возможностью очистки ФЭ без прекращения процесса фильтрации. При создании конструкции фильтров стояла задача совмещения простоты и надежности конструкции с высокой технологичностью и низкой себестоимостью изготовления.

Двухкамерные ручные фильтры ФДР работают на принципе улавливания сетчатыми ФЭ каждой из камер загрязнений и накопления их в полостях камер с последующей ручной очисткой.

Фильтр ФДР (рис.1) состоит из цилиндрического корпуса и двух цилиндрических фильтровальных камер. Фильтровальные камеры имеют в нижней части люки на петлях, прижимаемые к фланцам болтами. В фильтровальных камерах установлены сетчатые цилиндрические ФЭ. Фильтровальные камеры соединены с корпусом патрубками с фланцами, между которыми установлены нормально открытые поворотные дисковые заслонки с ручным управлением.

В режиме фильтрации вода поступает в корпус, её поток разветвляется в верхней части корпуса на два потока в левую и правую фильтровальные камеры. В каждой фильтровальной камере вода проходит через ФЭ и через нижние патрубки уже очищенной поступает в нижнюю часть корпуса и дальше в водовод.

Для очистки, например, левой камеры перекрывают вручную заслонки возле левой фильтровальной камеры, сливают воду из камеры через вентиль в отдельную ёмкость, открывают люк левой камеры, выгружают из камеры твёрдые включения, вынимают и чистят сетку. После этого ставят сетку на место, закрывают люк, закрывают вентиль для слива воды, открывают заслонки возле левой камеры. При этом во время очистки левой камеры вода продолжает фильтроваться правой фильтровальной камерой и поступать к потребителям.

Аналогично проводят очистку правой фильтровальной камеры.

Фильтры ФДР прямоточные, вписываются по основным размерам в напорный водовод, имеют две независимые камеры для сбора твёрдых включений, обеспечивают продолжение подачи фильтрованной воды к потребителю при очистке одной из камер, создают низкий перепад давления на фильтре (до $0,03 \text{ кг/см}^2$), надёжно работают при любых давлениях в системе, не чувствительны к крупным включениям, не требуют при своей эксплуатации байпасной линии.

Однако фильтры ФДР не в полной мере удовлетворяют поставленным задачам. Процедура ручной очистки ФЭ при их вынимании из фильтровальной камеры является достаточно длительной (до 1...2 часов) и в целом неудобной, требующей отдельных громоздких емкостей для слива воды и сбора удаленных из ФЭ

загрязнений.

Дальнейшее развитие идеи, заложенные в конструкцию двухкамерных фильтров, получили в фильтрах серии ФРУ. Основной задачей их создания была реализация возможности многократной очистки ФЭ без вскрытия фильтровальных блоков, с использованием принципа обратной промывки ФЭ, при этом удаление уловленных частиц загрязнений предусматривалось в сливной водовод с последующей их утилизацией по принятой на предприятии технологии.

Фильтр ручного управления ФРУ (рис. 2) представляет собой фильтровальный комплекс, который монтируется на трубопроводе из отдельных готовых фильтровальных блоков нескольких типоразмеров.

Предусмотрена комбинированная система очистки сетки ФЭ - обратным потоком воды и вращаемой вручную щеткой.



Рис. 2. Двухкамерный фильтр ФРУ-190
Океанмашэнерго

В режиме фильтрации все сливные затворы закрыты, затворы входной и выходной открыты. Фильтруемая вода разветвляется через входные затворы в фильтровальные блоки, проходит через ФЭ и уже фильтрованной через выходные затворы снова поступает на выход фильтра.

Фильтровальные блоки очищают последовательно. Для этого закрывают входной затвор очищаемого блока и открывают сливной затвор этого блока. При этом создаётся обратный поток воды, который очищает сетку и выносит загрязнения на слив. Для интенсификации процесса очистки (например, при налиплих на ФЭ загрязнениях) и сокращения расхода воды на промывку при очистке блока вручную крутят ручку щетки.

При необходимости или во время плановых обслуживаний фильтра закрывают

оба затвора фильтровального блока, открывают крышку этого блока, вынимают ФЭ и чистят его вручную.

Конструкция фильтра позволяет использовать его без применения байпасной линии. Создание фильтра на базе типовых фильтровальных блоков дает возможность аксиального их монтажа вокруг центрального водовода, или установки их в виде батареи поперек входного и выходного водоводов (рис. 3). Таким образом, можно обеспечивать пропуск практически неограниченного расхода воды через фильтр.

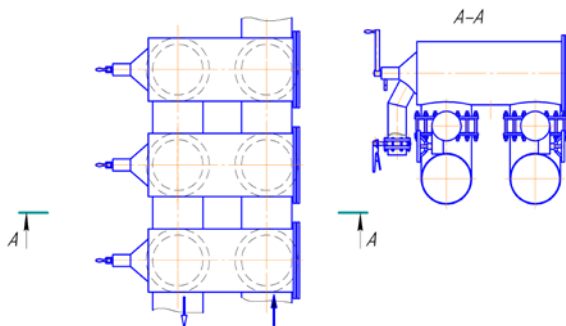


Рис. 3. Батарейный вариант размещения фильтровальных блоков фильтра ФРУ

Разработан типоразмерный ряд фильтров ФРУ, перекрывающей диапазон расходов воды от 380 до 4200 м³/час при крупностях улавливаемых загрязнений 1...5 мм. Конструкция фильтра защищена патентом Украины [6].

Фильтр щеточный (рис. 4) имеет корпус 1 с входным 2, выходным 3 и сливным 4 патрубками, цилиндрический фильтрующий блок 5 с сеткой 6, которая натянута на внутренние опорные кольца 7 и охвачена внешним каркасом 8. Внешний каркас 8 имеет обечайки 9 на торцах, бандажу 10 в виде колец, соединенных между собой продольными стойками 11 приваренными к ним и к обечайкам 9. Сетка 6 вместе с внутренними опорными кольцами 7 прочно фиксируется во внешнем каркасе 15 августа и вместе они образуют твердую и прочную конструкцию цилиндрического фильтрующего блока 5. На переднем подшипнике 12 и заднем подшипнике 13 установлен соосно цилиндрическом фильтровальной блочные 5 щеточный очиститель 14, имеющий вал 15 со щетками 16 закрепленными на нем. Корпус 1 фильтра закрыт уплотненной крышкой 17. Уплотненный выходной вал 19 с рукояткой 18 (или с электроприводом – опционно)

соединен с валом 15 щеточного очистителя быстроразъемные муфтой 20. На сливной трубе 4 установлен нормально закрытый сливной клапан 21 с ручным приводом 22 открытия (электропривод – опционно). Сливной клапан, будучи открытым, соединяет сливной патрубком 4 со сливом, где давление воды гораздо меньше давление в фильтре. Фильтр имеет дифференциальный манометр 23, установленный с возможностью слежения по разнице давления между входным патрубком 2 и выходным патрубком 3.

Фильтр работает следующим образом.

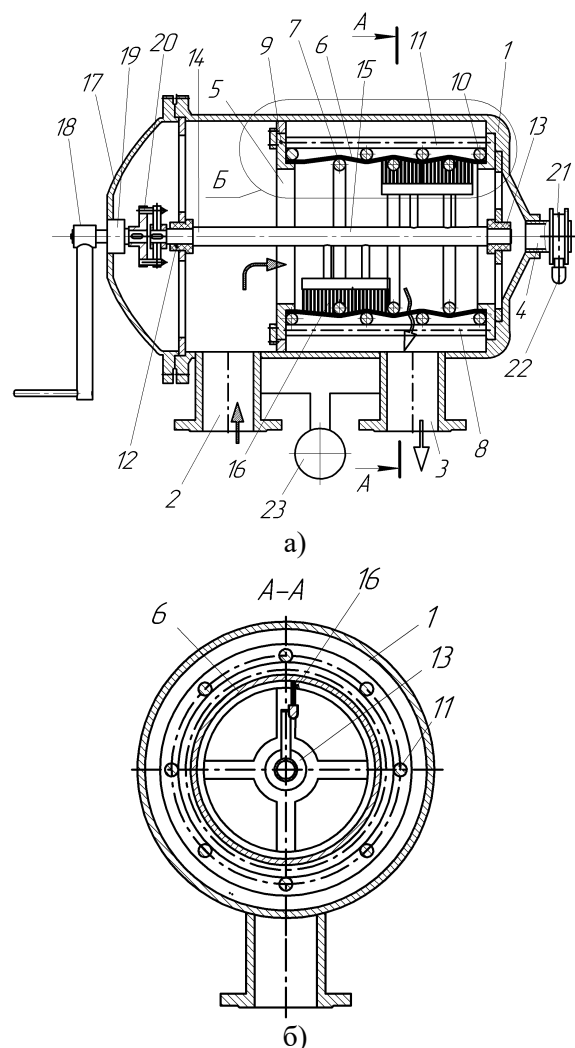


Рис. 4. Конструкция фильтровального блока фильтра ФРУ: а) продольный разрез, б) поперечный разрез

В режиме фильтрации сливной клапан 21 закрыт. Вода напорного водовода, в котором установлен фильтр, с загрязнениями течет через входной патрубок 2 в корпус 1, проходит изнутри через сетку 6

цилиндрического фильтрующего элемента 5 и далее, уже очищенной, течет в выходной патрубок 3.

Со временем сетка 6 цилиндрического ФЭ 5 постепенно загрязняется, в результате чего возрастает перепад давления между входным патрубком 2 и выходным патрубком 3. Этот перепад давления отслеживает дифференциальный манометр 23 и подает сигнал о критическом перепаде давления. Когда перепад давления достигнет заранее заданной при наладке фильтра величины, что является сигналом о загрязнении сетки 6 цилиндрического фильтрующего блока 5, фильтр переводится в режим промывки.

Для этого вручную вращают рукоятку 18, а через нее - очиститель 6, и приводом 22 открывают клапан сливной 21. При этом возникает поток воды из внутренней полости сетки 6 через сливной патрубок 4.

Щетки 16 при своем вращении скользят по сетке 6, отрывают от нее загрязнения. Сетка очищается. Загрязнения попадают в воду, а поток воды из внутренней полости сетки 6 через сливной патрубок 4 выносит их на слив.

Диаметр сливного патрубка 4 значительно меньше диаметров входного патрубка 2 и выходного 5 патрубка 3, поэтому расход воды через сливной патрубок 4 незначительна, фильтрация воды фильтром в режиме промывки продолжается.

После окончания промывки ФЭ прекращают вращение рукоятки 18 и вала 15 щеточного очистителя, и закрывают сливной клапан 21. Фильтр вновь переводится в режим фильтрации.

Обсуждение результатов

Научная новизна. При проектировании фильтров с ручным управлением была решена задача оптимизации одного из основных параметров фильтра - площади сетки ФЭ. Факторами, влияющими на выбор площади сетки, приняты расход воды через фильтр, скорость фильтрации воды через сетку, крупность ячейки сетки ФЭ, концентрация твердых загрязнений в очищаемой воде, допустимый период между очистками ФЭ. Разработана методика расчета основных геометрических размеров ФЭ. Так, для фильтра ФРУ-190-2, обеспечивающего пропуск 2700 м³/час воды

и крупность ячейки 2 мм площадь сетки ФЭ определена равной 1,9 м².

Промышленное внедрение и эффективность применения. Три фильтра серии ФДР более 7 лет установлены на водоводах с условным проходом 150, 250 и 400 мм и в настоящее время находятся в эксплуатации на стане 390 Макеевского металлургического завода.

Три фильтра ФРУ-190-2 с Ду 600 мм более 4 лет находятся в эксплуатации на Балхашском медеплавильном заводе (Казахстан). Фильтры установлены в системе охлаждения печей Ванюкова перед трубчатыми теплообменниками.

За время эксплуатации фильтры полностью оправдали свое назначение. Существенно снизилось засорение посторон-



а)



б)

Рис. 5. Трубчатый теплообменник до (а) и после (б) установки перед ним фильтра ФРУ-190-2

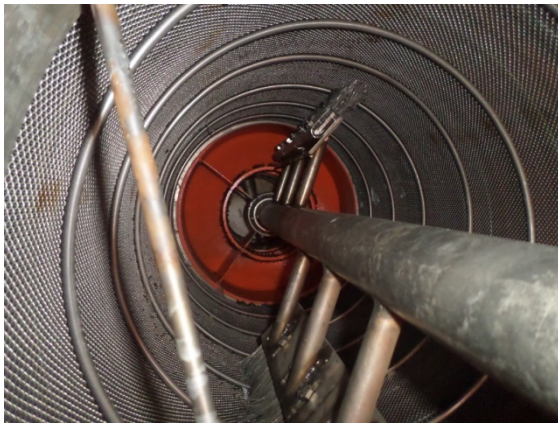


Рис. 6. Внутренняя полость фильтра ФРУ со щеточным очистителем после трехмесячной эксплуатации на Балхашском медеплавильном заводе (Республика Казахстан).

ними включениями трубных досок и трубок теплообменников (рис. 5). Нормальная работа теплообменников обеспечила эффективное охлаждение печей Ванюкова, прекратила внеплановые аварийные остановки системы охлаждения, снизила расходы на электроэнергию за счет сохранения паспортного гидравлического сопротивления теплообменников. При этом собственное гидравлическое сопротивление фильтра с чистыми ФЭ составляло 0,005 МПа, что соответствует расчетному значению.

Периодические технические осмотры фильтров показали эффективность комбинированного способа очистки ФЭ. После 3 месяцев эксплуатации отмечались единичные застрявшие в ячейках сетки частицы загрязнений (рис. 6) при чистом ФЭ и основных узлах фильтра.

Высокие эксплуатационные качества, безотказная работа и простота обслуживания фильтра ФРУ получили положительный отзыв руководства предприятия БМЗ.

Практическая ценность для производства. Разработанные и внедренные в производство промышленные фильтры с ручным управлением являются эффективным фильтровальным оборудованием отечественной разработки. Низкая стартовая цена и малые эксплуатационные затраты обеспечивают их финансовую привлекательность для заказчика. Низкое гидравлическое сопротивление чистых фильтров (не более 0,005 МПа) практически не сказывается на гидравлической характеристике водоводов, и позволяет их использовать без смены подающих насосов.

Малые (по сравнению с гравитационными отстойниками) габариты фильтров и их прямоочное исполнение делают возможным их установку в разрыв водовода непосредственно внутри заводских помещений. Наличие нескольких независимо работающих фильтровальных блоков обеспечивает высокую надежность фильтров без применения байпасной линии и подачу фильтрованной воды при последовательной очистке ФЭ или техническом обслуживании фильтра.

Вывод.

В результате многолетней научной и конструкторской работы созданы новые высокоэффективные типы украинских фильтров для технической воды с ручным управлением режимами очистки.

Список литературы

1. Мочалин Е. В. Гидродинамика закрученного потока около вращающегося проницаемого цилиндра и совершенствование ротационных фильтров механической очистки жидкостей : дис. д-ра. техн. наук : 01.02.05 / Донбасский гос. техн. ун-т. Алчевск, 2009. 433 с.
2. Пупков В. С. Гидроимпульсная интенсификация противоточной регенерации сетчатых фильтров : дис. ... канд. техн. наук : 05.05.17 / Донбасский гос. техн. ун-т. Алчевск, 2005. 137 с.
3. Кузьминский В. П., Кухарь В. Ю., Овчинникова О. В. Расширение возможностей сетчатых промышленных водяных фильтров. *Підводні технології. Промислова та цивільна інженерія*. 2016. №4. С. 60–71.
4. Кухарь В. Ю. Способ определения параметров сетчатых фильтров технической воды для горно-металлургических предприятий. *Горное оборудование и электромеханика*. 2010. №10. С. 12–16.
5. ТУ 3742-002-41554973-98 Запорно-регулирующие, регулирующие, запорные клапаны и фильтры. Москва : ЗАО «РУСТ-95», 1998. 19с. (Технические условия).
6. Фильтр щеточный : пат. 113232 Украина : МПК В01D 35/02, В01D 35/10, В01D 29/62, В01D 29/64, С02F 1/00. а 2015 04503 ; заявл. 08.05.2015 ; опубл. 26.12.2016, Бюл. № 24.

References

1. Mochalin Ye. V. (2009), «Hydrodynamics of a swirling flow near a rotating permeable cylinder and perfection of rotational filters for mechanical cleaning of liquids», [Gidrodinamika zakruchennogo potoka okolo vrashchayushchegosya pronitsayemogo tsilindra i sovershenstvovaniye rotatsionnykh fil'trov mekhanicheskoy ochistki zhidkostey], *dis. ...dokt. tekhn. nauk*: 01.02.05 / Donbasskiy gos. tekhn. un-t. Alchevsk, 2009. 433 p. (in Russian)
2. Pupkov V. S. (2005), «Hydropulse intensification of countercurrent regeneration of screen filters», [Gidroimpul'snaya intensifikatsiya protivotochnoy

regeneratsii setchatykh fil'trov], *dis. ...kand. tekhn. nauk: 05.05.17 / Donbasskiy gos. tekhn. un-t. Alchevsk, 2005. 137 p. (in Russian)*

3. Kuz'minskiy V. P. (2016) «Broaden options industrial grid water filters», [Rasshireniye vozmozhnostey setchatykh promyshlennykh vodyanykh fil'trov], *Pidvodni tekhnologii. Promislova ta tsivil'na inzheneriya*, No.4, pp. 60–71. (in Russian)

4. Kukhar' V. YU. (2010) «Method for determining the parameters of industrial water filters for mining and metallurgical enterprises», [Sposob opredeleniya parametrov setchatykh fil'trov tekhnicheskoy vody dlya gorno-metallurgicheskikh predpriyatiy], *Gornoye*

oborudovaniye i elektromekhanika, No.10, pp. 12–16. (in Russian)

5. TU 3742-002-41554973-98 «Shut-off, control, shut-off valves and filters», [Zaporno-reguliruyushchiye, reguliruyushchiye, zapornyye klapany i fil'try.] Moskva : ZAO «RUST-95», 1998. 19 p. (Tekhnicheskkiye usloviya) (in Russian)

6. Filter brush [Fil'tr shchetochnyy] *Patent of Ukraine 113232*. Pub. 12/26/2016; Bul. No. 24, (in Ukrainian)

Надійшла до редакції 03.05.2018

Рецензент канд. техн. наук, доц. О.В.Фролов.

Кухарь Виктор Юрьевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры горных машин и инжиниринга Национального технического университета «Днепропетровская политехника» (пр. Дмитрия Яворницкого, 19, Днепр, 49600, Украина).

Email: viktor.kuhar.66@gmail.com

Запара Евгений Семенович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры горных машин и инжиниринга Национального технического университета «Днепропетровская политехника» (пр. Дмитрия Яворницкого, 19, Днепр, 49600, Украина).

Email: zaparaec@ua.fm

РОЗРОБКА І ВПРОВАДЖЕННЯ БАГАТОКАМЕРНИХ ФІЛЬТРІВ ТЕХНІЧНОЇ ВОДИ З РУЧНИМ КЕРУВАННЯМ ДЛЯ ГІРНИЧО-МЕТАЛУРГІЙНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Мета. Обґрунтувати вимоги до сітчастого фільтру з ручним керуванням для технічної води, виконати розробку його конструкції, здійснити його апробацію та впровадження в практику промислової водопідготовки на гірничо-металургійних підприємствах.

Методика дослідження. Рішення поставленої мети виконувалося методами вивчення і аналізу літературних джерел (наукові публікації, рекламні матеріали виробників фільтрів), математичного і фізичного моделювання процесів фільтрації механічних частинок на сітчастому фільтроелементі, виготовлення і промислове випробування зразків нових типів фільтрів.

Результати дослідження. Обґрунтовані технічні вимоги до раціональної конструкції фільтра, що дозволяє виконувати ефективну очистку води та очищення фільтроелементів без припинення фільтрації. Описані два типи українських промислових фільтрів технічної води, призначених для установки в системах водопідготовки для видалення з потоку механічних включень розміром 1 ... 5 мм. Розглянуто конструктивні особливості кожного типу фільтрів. Показано, що застосування комбінованого способу очищення сітки фільтроелемента, який поєднує гідродинамічний вплив на вловлені сіткою частки зворотного промивного потоку води і розпушуючого впливу роботи щіткового очистника, який переміщується по сітці, дає низький ступінь залишкових забруднень на фільтроелементі

Наукова новизна. Вирішена задача оптимізації одного з основних параметрів фільтру - площі сітки фільтроелементу. Факторами, які впливають на вибір площі сітки, прийняті витрата води через фільтр, швидкість фільтрації води через сітку, крупність осередки сітки фільтроелементу, концентрація твердих забруднень в очищується воді, допустимий період між очищеннями ФЕ. Розроблено методику розрахунку основних геометричних розмірів фільтроелементу.

Практична значимість. Розроблені і впроваджені у виробництво вітчизняні промислові фільтри з ручним керуванням мають низьку стартову ціну і експлуатаційні витрати, низький гідравлічний опір (не більше 0,005 МПа) та малі (в порівнянні з гравітаційними відстійниками) габарити. Наявність декількох незалежно працюючих фільтрувальних блоків забезпечує надійну подачу фільтрованої води та не вимагає застосування байпасної лінії.

Ключові слова: фільтр технічної води, сітчастий фільтроелемент, зворотний потік промивної води, щітковий очищувач.

Кухарь Виктор Юрійович - кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры горных машин та инжинирингу Национального технического университета «Днепропетровская политехника» (пр. Дмитра Яворницького, 19, Дніпро, 49600, Україна).

Email: viktor.kuhar.66@gmail.com

Запара Євген Семенович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры горных машин та инжинирингу Национального технического университета «Днепропетровская политехника» (пр. Дмитра Яворницького, 19, Дніпро, 49600, Україна).

Email: zaparaec@ua.fm

DEVELOPMENT AND INTRODUCTION OF MULTI-CHAMBER FILTERS OF TECHNICAL WATER WITH MANUAL MANAGEMENT FOR MINING AND METALLURGICAL ENTERPRISES

Purpose. *Substantiation of the requirements for a manual filtered mesh filter for technical water, development of its design, together with its testing and implementation in the practice of industrial water treatment at mining and metallurgical enterprises.*

Method. *The solution of this goal was carried out by methods of studying and analyzing literary sources (scientific publications, advertising materials of filter manufacturers), mathematical and physical modeling of mechanical particles filtration on a mesh filtration element, manufacturing and industrial testing of new types of filters samples.*

Results. *The technical requirements for rational design of the filter are substantiated. It allows to clean water effectively and clean filter elements without filtration process interruption. Two types of Ukrainian industrial water filters are intended for installation in water treatment systems for removing of mechanical inclusions of 1-5 mm size from the flow. Design features of each type of filters are considered. It has been shown, that the use of a combined purification method of a filter element net gives a low degree of residual pollution on the filter element. This method combines the hydrodynamic effect on the grid trapped part of the reverse flushing water flow and the flowing effect of the brush cleaner moving along the grid*

Scientific novelty. *The problem of optimization of one of the main filter parameters, such as a grid area of a mesh filter element, is solved. The factors influencing the choice of grid area are set as follows: the water flow through the filter, the rate of water filtration through the grid, the size of the mesh of the filter element, the concentration of solid contaminants in the purified water, the permissible period between cleaning of filter element. The method to calculate the main geometric dimensions of the mesh filter element has been developed.*

Practical significance. *The domestic industrial filters with manual control being developed and implemented in production have low starting cost and operating costs, low hydraulic resistance (not more than 0,005 MPa) and small (in comparison with gravitational tank) dimensions. The presence of several independently operating filter units provides a reliable supply of filtered water and does not require the use of a by-pass line.*

Keywords: service water filter, mesh filter element, return flow of rinsing water, brush cleaner

V. Kukhar – Cand.Sc. (tech.), Senior Lecturer of National TU «Dnipro Polytechnic» (Avenue Dmytra Yavornytskoho, 19, Dnipro, 49600, Ukraine)

Email: viktor.kuhar.66@gmail.com

I. Zapara – Cand.Sc. (tech.), Senior Lecturer of National TU «Dnipro Polytechnic» (Avenue Dmytra Yavornytskoho, 19, Dnipro, 49600, Ukraine).

Email: zaparaec@ua.fm