

К ВОПРОСУ О КАЧЕСТВЕ ПАТРОННЫХ ФИЛЬТРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ

*Г. М. Кадомцев, зам. генерального директора АО «Фильтр»
Е. Ю. Астахов, генеральный директор ООО «Обнинские Фильтры», к.х.н.
В. Е. Короткова, инженер-технолог АО «Фильтр»*

В настоящее время фильтры для очистки воды от механических примесей (песок, ил, ржавчина, минеральные отложения, глина, коагулированные коллоидные системы и др.) получили широкое распространение. Из-за антропогенного воздействия многие источники питьевой воды подвергаются загрязнению, в результате которого вода становится не пригодной для использования без предварительной очистки.

Для очистки воды от механических примесей чаще всего применяются патронные фильтрующие элементы (картриджи):

- глубинные из полипропиленового волокна;
- мотанные из полипропиленового шнура;
- глубинные из спеченных полимерных порошков и их композиций с минеральными компонентами;
- гофрированные из листовых фильтрующих материалов на основе полимерных и/или минеральных высокодисперсных систем (порошков или волокон);
- гофрированные на основе микрофильтрационных мембран и др.

Такие фильтрующие элементы находят широкое применение как в промышленности, так и в бытовых условиях. Объемы продаж только бытовых фильтров достигают десятков миллионов штук в год; промышленность потребляет не меньшее количество. Разнообразие доступных картриджей и отсутствие стандар-

тных методов оценки качества фильтрующих элементов затрудняют их выбор для потребителей.

Характеристики фильтрующих элементов разных производителей, имеющие на бумаге сходные показатели эффективности, зачастую при проверке отличаются в разы. Кроме того, потребитель при подборе фильтрующего элемента сталкивается с тем, что характеристика, показывающая размер удерживаемых частиц, имеет разные название и смысл у различных производителей. Такие разночтения вводят в заблуждение потребителя, т. к. трудно отделить качественный товар от некачественного, тем самым нарушаются «права потребителя».

Для оценки фильтрующих элементов различные производители используют самые разные показатели, зачастую не расшифровывая их смысл. Чаще всего используются следующие показатели:

– **коэффициент фильтрации** (β_x). За рубежом этот коэффициент имеет название «beta-ratio» и получил наибольшее распространение. Он определяется как отношение числа частиц определенного размера, находящихся в нефильтрованной жидкости, к числу частиц того же размера в отфильтрованной жидкости;

– **коэффициент отфильтровывания**. Этот коэффициент представляет собой отношение числа частиц определенного размера, задерживаемых фильтрующим элементом, к числу частиц в нефильтрованной жидкости, и

определяется через коэффициент фильтрации как:

$$\left(1 - \frac{1}{\beta_x}\right)$$

– **эффективность фильтрации**, которая определяется как отношение числа задержанных частиц определенного размера к числу частиц того же размера, находящихся в нефильтрованной жидкости и выражается в процентах. Определяется через коэффициент фильтрации следующим образом:

$$100 * \left(1 - \frac{1}{\beta_x}\right)$$

Между эффективностью фильтрации и коэффициентом фильтрации (beta-ratio) устанавливается соотношение, представленное в таблице 1.

– **номинальная тонкость (рейтинг) фильтрации** представляет собой величину, равную размеру частиц, которые отфильтровываются с определенной эффективностью, равной 95%, в советских и российских ГОСТах.

– **абсолютная тонкость (рейтинг) фильтрации** в советских и российских ГОСТах определяется величиной, равной размеру частиц, которые задерживаются с эффективностью не менее 98,6%.

Сегодня в РФ перечисленные выше характеристики определены в ГОСТ 26070–83 «Фильтры и сепараторы для жидкостей. Термины и определения», ГОСТ 25277–82 «Фильтроэлементы для объемных гидроприводов и смазочных систем. Правила приемки и методы испытаний»



Рис. 1. Фильтрующие элементы для очистки воды от механических примесей

Таблица 1. Соответствие между коэффициентом фильтрации (beta-ratio) и эффективностью фильтрации

| Коэффициент фильтрации (beta-ratio) | Число частиц, прошедших через фильтроэлемент, из заданного числа | Эффективность фильтрации |
|-------------------------------------|--|--------------------------|
| 2 | 1 из каждых 2 | 50 % |
| 10 | 1 из каждых 10 | 90 % |
| 20 | 1 из каждых 20 | 95 % |
| 75 | 1 из каждых 75 | 98,7 % |
| 100 | 1 из каждых 100 | 99 % |
| 200 | 1 из каждых 200 | 99,5 % |
| 1 000 | 1 из каждых 1 000 | 99,9 % |
| 2 000 | 1 из каждых 2 000 | 99,95 % |
| 10 000 | 1 из каждых 10 000 | 99,99 % |
| 100 000 | 1 из каждых 100 000 | 99,999 % |

(ISO 2941, ISO 2942, ISO 2943, ISO 3723, ISO 3724) и ГОСТ Р 50554–93 «Промышленная чистота. Фильтры и фильтрующие элементы. Методы испытаний». Эти документы распространяются на объемные гидроприводы и смазочные системы. Из-за отсутствия аналогичных стандартов в области водоподготовки некоторые производители используют методики из перечисленных выше документов.

ГОСТ 26070–83 дает определения таких характеристик, как коэффициент отфильтровывания, коэффициент фильтрации, абсолютная и номинальная тонкости фильтрации, они совпадают с приведенными выше. При этом номинальная тонкость фильтрации определяется как минимальный размер задерживаемых фильтрующим элементом частиц загрязнителя, коэффициент фильтрации которых 20 или коэффициент отфильтровывания 0,95.

ГОСТ 25277–82 и ГОСТ Р 50554–93 также оперируют понятиями абсолютная и номинальная тонкости фильтрации. Номинальная тонкость фильтрации определяется аналогично ГОСТ 26070–83, а для абсолютной тонкости фильтрации приведены следующие значения: коэффициент фильтрации ≥ 75 и коэффициент отфильтровывания $\geq 0,987$.

В зарубежных документах

характеристики фильтрующих элементов отличаются от приведенных выше. Например, Ассоциация качества воды (Water Quality Association, WQA), США, в «Глоссарии терминов» (WQA Glossary of Terms) ставит в соответствие номинальной тонкости фильтрации эффективность 85%. Это значение эффективности для номинальной тонкости устанавливается также в стандарте ANSI/NSF 42 «Drinking Water Treatment Units – Aesthetic Effects». Для абсолютной тонкости фильтрации устанавливается эффективность 99,9%.

В EN 13443-2:2005 «Water conditioning equipment inside buildings. Mechanical filters. Particle rating 1 μm to less than 80 μm . Requirements for performance, safety and testing» («Оборудование для водоподготовки внутри зданий – Механические фильтры – Часть 2: Определение частиц 1 мкм до менее 80 мкм – Требования к рабочим характеристикам, безопасности и испытаниям») вместо термина «коэффициент отфильтровывания» используются эффективность фильтрации. Также применяется термин «эталонный рейтинг фильтрации» («reference filtration rating»), которому соответствует эффективность 99,8%. В сущности, этот документ предлагает использовать толь-

ко абсолютный рейтинг фильтрации, т. к. указанное значение эффективности сопоставимо с приведенными в ГОСТ 25277–82 и ГОСТ Р 50554–93. Подобной политики придерживаются и некоторые производители. Например, Pall Corporation (США), Cummins Filtration (США) и ROKI (Япония). Производители, использующие только понятие «абсолютная тонкость фильтрации», называют номинальный рейтинг фильтрации «коммерческим трюком», т. к. такие фильтры кажутся более качественными, чем есть на самом деле.

В настоящее время большинство производителей в описании своей продукции используют понятие «тонкость фильтрации», не уточняя, какую эффективность или коэффициент фильтрации имеет фильтрующий элемент. Фильтры с указанной тонкостью фильтрации (например, 5 мкм) у различных изготовителей могут иметь эффективность по данному размеру частиц от 20% до 99,9%. Например, в брошюре компании Hydac E7.206.0/01.07, «Filter Elements Betamicron for Reduced Life Cycle Cost» заявленные рейтинги фильтрующих материалов определены не при едином коэффициенте фильтрации β , а при разных значениях для каждого, как показано в таблице 2.

Отсутствие единообразия в оценке характеристик фильтрующих элементов вводит в заблуждение потребителей.

Таблица 2. Соответствие рейтинга и коэффициента фильтрации фильтроэлементов компании Hydac

| Рейтинг фильтрующего элемента, мкм | Коэффициент фильтрации β для указанного рейтинга |
|------------------------------------|--|
| 3 | 55 |
| 5 | 300 |
| 10 | 350 |
| 20 | 400 |

Из-за отсутствия в РФ нормативных документов, определяющих методы испытаний фильтрующих элементов для очистки воды, нет единых методик оценки качества таких фильтрующих элементов. Такая ситуация порождает трудности в создании испытательной базы. Большой разброс по значениям эффективности в фильтроэлементах различных производителей обусловлен именно этим. Тонкость фильтрации без связанных с ней значений эффективности или бета-коэффициента не характеризует в полной мере фильтрующий элемент. Методики проведения испытаний, приведенные в ГОСТ 25277–82 и ГОСТ Р 50554–93, распространяются на топливные, масляные и гидравлические системы. В этих документах описан метод многократного пропускания жидкости через фильтроэлемент для определения характеристик фильтрования (многопроходный метод). Искусственный загрязнитель с известным распределением частиц добавляется к испытательной жидкости, которая непрерывно прокачивается через испытуемый фильтроэлемент. При помощи счётчика частиц определяется число частиц заданного размера до и после фильтрующего элемента. По полученным данным рассчитываются эффективность фильтрации или бета-коэффициент.

Кроме номинальной и абсолютной тонкостей (рейтингов) фильтрации, эффективности и

коэффициентов фильтрования и отфильтровывания для оценки качества фильтрующих элементов используются и другие.

В ГОСТ 26070–83, ГОСТ 25277–82 и ГОСТ Р 50554–93 приведены следующие характеристики:

- грязеемкость;
- перепад давления;
- герметичность;
- прочность фильтроэлемента при максимальном перепаде давления;
- совместимость фильтроэлемента с рабочей жидкостью;
- прочность фильтроэлемента при аксиальной нагрузке, действующей на торцы и возникающей при установке и эксплуатации фильтрующего элемента;
- усталостная прочность при циклическом изменении расхода жидкости.

Показатель грязеемкости используется для оценки срока службы фильтроэлемента. ГОСТ 26070–83 определяет грязеемкость как массу искусственного загрязнителя заданного размера состава, задержанную не загрязненным фильтрующим элементом за время, прошедшее до достижения максимального перепада давления при номинальном расходе жидкости и заданном значении вязкости. Данный параметр позволяет оценить ресурс работы фильтра и время до его замены. Методика проведения испытаний описана в ГОСТ 25277–82 и ГОСТ Р 50554–93. Через испытуемый фильтроэлемент пропускается рабочая жидкость с загрязните-

лем до достижения заданного перепада давления. Как правило, более грубые фильтроэлементы обладают более высокой грязеемкостью, чем более тонкие.

Выбор искусственного загрязнителя существенно влияет на проведение испытаний по определению характеристик фильтрации и грязеемкости. Согласно ГОСТ 25277–82 и ГОСТ Р 50554–93 в качестве искусственного загрязнителя должен применяться мелкозернистый испытательный порошок с известным распределением частиц по размерам, например, стандартный загрязнитель – аризонская пыль, или другой равноценный загрязнитель. ГОСТ Р 50554–93 также допускает использование кварцевой пыли.

Согласно ГОСТ 26070–83 перепад давления на фильтрующем элементе определяется как разность давления на входе и выходе фильтрующего элемента. Для оценки производительности применяется гидравлическая характеристика – зависимость перепада давления на фильтрующем элементе от расхода жидкости в соответствии с ГОСТ 26070–83. Методика определения описана в ГОСТ 25277–82, ГОСТ Р 50554–93. Перепад давления является мерой сопротивления потоку жидкости в системе. Чем меньше перепад давления на чистом фильтроэлементе, тем меньше затраты энергии на прохождение заданного объема жидкости через фильтр.

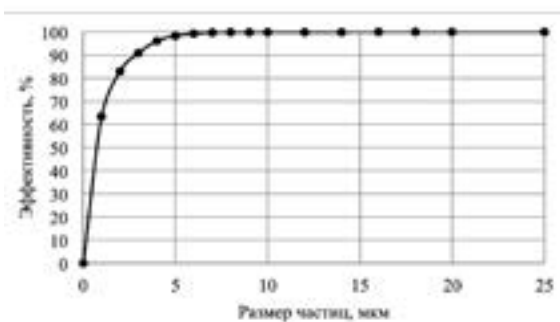


Рис. 2. Пример зависимости эффективности от размера удерживаемых частиц

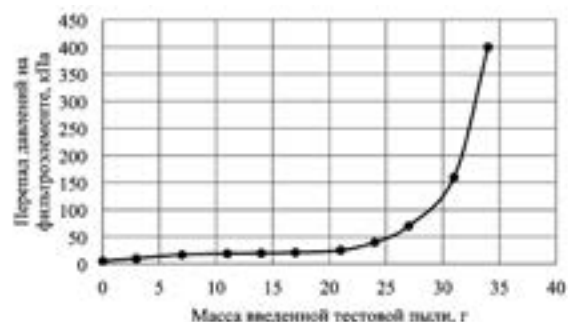


Рис. 3. Пример зависимости перепада давления на фильтроэлементе от массы введенного загрязнителя

В EN 13443-2:2005 также, как и в указанных выше ГОСТах, приведены методики по определению:

- грязеемкости и перепада давления;
- прочности фильтроэлемента при разрушающем перепаде давления;
- проверка на устойчивость фильтроэлемента к циклическим нагрузкам.

Кроме того, описаны следующие методики:

- испытание на вынос частиц и/или волокон из фильтрующего материала;
- испытание на герметичность и определение точки появления первых пузырьков.

Механизм проведения испытаний по определению характеристик фильтрования и грязеемкости, приведенный в EN 13443-2:2005, имеет следующее отличие от методики, приведенной в ГОСТ 25277–82 и ГОСТ Р 50554–93: определение эффективности и грязеемкости проводится совместно (за время испытания чередуются циклы по определению эффективности и грязеемкости). Кроме того, описан порядок определения только грязеемкости. Принцип проведения испытаний аналогичен описанным в ГОСТ 25277–82 и ГОСТ Р 50554–93. Кроме того, в EN 13443-2:2005 приведены более конкретные требования к искусственному загрязнителю – следует применять аризонскую пыль (ISO 12103-1:2016 «Road vehicles – Test contaminants for filter evaluation – Part 1: Arizona

test dust»), причем среднедисперсную пыль (ISO MTD или ISO 12103-1 A3) – для фильтров тонкостью фильтрации от 0 мкм до 25 мкм, грубую пыль (ISO STD или ISO 12103-1 A4) – от 25 мкм до 80 мкм.

Подводя итог, можно сделать следующие выводы. Фильтрующие элементы для очистки воды от механических примесей различных производителей имеют разную эффективность фильтрации при одинаковом заявленном рейтинге. Это связано с тем, что у каждого изготовителя свое толкование о тонкости фильтрации. В первую очередь такая ситуация обуславливается отсутствием в РФ нормативного документа, в котором было бы дано четкое определение характеристик фильтрования для фильтроэлементов, предназначенных для очистки воды. Также играет роль отсутствие у производителей испытательной базы для контроля качества своей продукции. Существуют государственные стандарты, в которых приведены определения характеристик фильтрования (ГОСТ 26070–83) и методики проведения испытаний (ГОСТ 25277–82 и ГОСТ Р 50554–93), но они распространяются на объемные гидроприводы и смазочные системы. Данные методики можно применять для определения характеристик фильтрующих элементов для воды, но оборудование – нет. Это обуславливается тем, что гидравлические жидкости и вода отличаются по своим свойствам.

Сложившаяся ситуация вводит в заблуждение как самих производителей, так и конечного потребителя. На наш взгляд, необходимо создать документ, в котором:

1. Дано определение основных характеристик фильтроэлементов, обеспечивающих качество фильтрации, как номинальная тонкость фильтрации, абсолютная тонкость фильтрации с соответствующими им значениями эффективности фильтрации, а также грязеемкость при работе без потери качества фильтрации;

2. Определены прочие характеристики фильтроэлементов, которые должен контролировать каждый производитель для обеспечения качества своей продукции, а именно гидравлическая (аэродинамическая) характеристика и подтверждение работоспособности при рабочих температурах и перепадах давления в течение всего срока эксплуатации;

3. Приведены методики контроля характеристик, определенных в пунктах 1 и 2.

При выполнении производителями положений такого документа конечный потребитель может быть уверен в качестве продукции на рынке фильтрующих элементов. Таким, по мнению авторов, может стать стандарт EN 13443-2:2005. Европейский стандарт EN 13443-2:2005 распространяется на фильтроэлементы, предназначенные для очистки питьевой воды. Следовательно, он в большей степени подходит для применения, чем ГОСТ 25277–82 и ГОСТ Р 50554–93. Так как этот стандарт устанавливает характеристики фильтрующих элементов для очистки питьевой воды и методики их определения, представляется возможным применять его для фильтроэлементов, предназначенных для использования в промышленности. Он может быть взят за основу, либо принят в качестве российского стандарта.

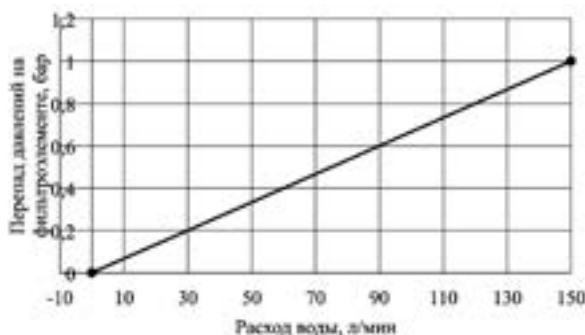


Рис. 4. Пример зависимости перепада давления на фильтроэлементе от расхода жидкости