

*к.т.н. Чебан В.Г.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

ПРЕИМУЩЕСТВА, НЕДОСТАТКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ САМООЧИЩАЮЩИХСЯ ОЧИСТИТЕЛЕЙ ЖИДКОСТЕЙ

Зроблений огляд самоочисних фільтрів для очищення технічної води від твердих забруднень. Відзначені їх переваги, недоліки і можливі перспективи розвитку.

Ключові слова: самоочисний фільтр, зворотна промивка, технічна вода.

Выполнен обзор самоочищающихся фильтров для очистки технической воды от твердых загрязнений. Отмечены их преимущества, недостатки и возможные перспективы развития.

Ключевые слова: самоочищающийся фильтр, обратная промывка, техническая вода.

С каждым годом экологическая ситуация в Украине обостряется и не последнюю роль в этом играют промышленные и коммунальные стоки. Многие годы очистка больших потоков жидкостей, в частности, технической воды, от загрязнений остается актуальной, несмотря на то, что уже десятилетия существуют достаточно эффективные технологии очистки воды от твердых загрязнений и устройства для их осуществления, а именно, самоочищающиеся фильтры с неподвижными фильтроэлементами.

История развития фильтров показывает, что на данный момент заслуживают особого внимания самоочищающиеся фильтры с обратной промывкой [1, 2] и гидродинамические фильтры с неподвижным фильтроэлементом типа «цилиндр в цилиндре» [3, 4]. Причем, первые из них получили широкое распространение лишь потому, что исследователи гидродинамических фильтров длительное время не могли достичь результатов, подтверждающих их эффективность, что на многие годы незаслуженно отодвинуло реализацию их возможностей на второй план. И это несмотря на то, что первому типу фильтров присущи такие недостатки, как: сложность в изготовлении и значительный вес фильтроэлемента; износ и необходимость замены трущихся узлов; потребность в электроэнергии и необходимость в обслуживании приводов и филь-

рующей поверхности; нестабильный перепад и большие потери давления жидкости на фильтре и т.д.

Это случилось потому, что бум 1980-90-х годов в исследовании фильтров типа «цилиндр в цилиндре» в таких странах, как США, ФРГ, Японии и Великобритании, не дал достаточно убедительных результатов. Наши же исследователи в этот период занимались гидродинамическими фильтрами с подвижными фильтроэлементами типа «цилиндр в конусе» производительностью не более 18 м³/час, причем для очистки рабочих и смазочных жидкостей [5]. Исследователи названных стран в своих изысканиях относительно фильтров типа «цилиндр в цилиндре» отошли от основного принципа гидродинамической очистки, базирующегося на двух скоростях жидкости - продольной и ортогональной [5, 6, 7]. При этом основное внимание было уделено только роли продольной скорости, о чем свидетельствует наличие разного рода элементов в каналах фильтров для ее регулирования. О чем подробнее сказано в работе [8]. В ней также показаны результаты промышленной эксплуатации десятков высокопроизводительных фильтров типа «цилиндр в цилиндре» в Украине и России в начале 21-го века. Они свидетельствуют о том, что утверждение авторов работы [9], что «входные скорости менее 2 м/с сильно снижают эффект очистки» не обоснованно. Не согласны с этим и авторы работы [10], которые утверждают, что «устройство работает надежно даже при низких скоростях подачи и имеет низкий перепад давления». Не правы они и потому, что при гидродинамической очистке основным показателем эффективности самоочистки или работоспособности фильтра является не само значение продольной скорости, а отношение продольной и ортогональной скоростей, причем оно должно быть не менее значения, заранее определенного опытным путем для каждого типа очищаемой жидкости. Так, например, для воды с загрязненностью до 3,5 г/л оно лежит в пределах от 3 до 10 при сливе 8÷20% воды от исходного объема. При этом фильтр не засоряется и нет необходимости в различного рода элементах для регулирования продольной скорости в его каналах. Кроме того, в этом случае отсутствует потребность в дополнительных видах энергии и, при нормальных условиях ведения технологического процесса очистки, вообще в техническом обслуживании фильтра. Авторы работы [10], отметив достоинства фильтров типа «цилиндр в цилиндре», при переходе на гидродинамическую очистку, все же не смогли полностью избавиться от элементов традиционной технологии очистки. Об этом свидетельствует наличие ряда патрубков в сливе (стоке) фильтра, которые, по мнению авторов [9], служат для скопления вблизи них загрязнений и последующего их удаления создающимися патрубками завихрениями. Такой подход противоречит сути гидродинамической очистки, основная цель которой не

накапливать загрязнения в фильтре, а как можно быстрее удалять их из него.

Многолетняя промышленная эксплуатация более 30-ти гидродинамических фильтров типа «цилиндр в цилиндре» [4] производительностью от 50 до 2000 м³/час пятью металлургическими предприятиями Украины и рядом предприятий России подтвердила работоспособность теории гидродинамической очистки. Она показала, что: продолжительность работы фильтра без технического обслуживания составляет 2-3 года при тонине очистки от 0,02 до 0,5 мм и толщине проволоки фильтрующей сетки 0,3-0,4 мм; недоверие потребителей к непрерывной работе фильтров этого типа необоснованно и является необъективным; слив воды можно снизить до 2-4% за счет обслуживания раз в смену только дросселя сливного патрубка [3]; фильтры можно использовать для очистки эмульсий до тонины более 0,01 мм с целью восстановления их смазочных свойств.

Опыт этих предприятий выявил ряд значительных преимуществ фильтров типа «цилиндр в цилиндре» [3, 4, 8] в сравнении даже с самыми современными самоочищающимися обратной промывкой фильтрами [2], а именно: просты в изготовлении; удобные и минимально затратные в обслуживании а, в простом исполнении, вообще не нуждаются в обслуживании в течение ряда лет; самые низкие потери давления; не плавающий, стабильный в ходе очистки, перепад давления; высокая надежность работы из-за отсутствия вращающихся и трущихся узлов; пожаро- и взрывобезопасны в работе, что без дополнительных мер и затрат обеспечивает их использование в опасных местах; не нуждаются в дополнительных видах энергии, что без дополнительных затрат обеспечивает их установку в любом месте; возможность очистки жидкостей с более высокой температурой; в 2-5 раз дешевле своих основных конкурентов [1, 2]; степень очистки повышается при снижении производительности по фильтрату; при необходимости в ходе очистки возможно изменение тонины очистки.

Все это обусловлено сущностью технологии гидродинамической очистки.

Наряду с достоинствами, этим фильтрам тоже присущи недостатки: противоречивая зависимость количества сливаемой жидкости от максимального размера загрязнения в жидкости и наоборот; в момент пуска фильтра в работу, т.е. когда принцип гидродинамической очистки еще не работает, а размер ячейки в несколько раз больше допустимого размера загрязнений в фильтрате, возможно кратковременное попадание в фильтрат загрязнений, размер которых не регламентирован техническими условиями; цилиндрическая форма корпуса фильтра и фильтроэлемента уступает шарообразной форме фильтра с обратной промыв-

кой [2], как с точки зрения эстетики, веса, так и механической прочности; боковая фильтрующая поверхность цилиндрического фильтроэлемента, при прочих равных условиях, хоть и больше по площади, чем плоская или коническая фильтрующая поверхность у фильтров [1, 2], но, при одинаковых объеме и диаметре цилиндра и шара, последний имеет боковую поверхность в 1,5 раза большую, чем цилиндр, т.е. в этом случае у шарообразного фильтроэлемента фильтрующая боковая поверхность больше чем у цилиндрического фильтроэлемента.

Целью статьи является исследование и разработка принципиально новой схемы и конструкции самоочищающегося фильтра, лишенного недостатков всех выше указанных фильтров.

Объективный анализ выявленных недостатков дает основание утверждать, что все они устранимы, но при этом требуется усовершенствование конструкции с возможными частичными потерями некоторых достоинств самоочищающихся фильтров. Так, первый из недостатков устраняется наличием грубой предварительной очистки [11] или рециркуляцией части очищаемой жидкости со слива непосредственно на вход фильтра [3, 12]. Второй недостаток требует слива первой порции фильтрата в канализацию или оборотный цикл, или ее рециркуляции непосредственно на вход фильтра до момента вступления в силу принципа гидродинамической очистки и только после этого возможна подача фильтрата потребителю. Третий и четвертый недостатки требуют наличия корпуса и фильтроэлемента шарообразной формы, что также оказалось возможным [13-15]. Ниже на рисунке 1 представлен один из самых простых вариантов такого фильтра.

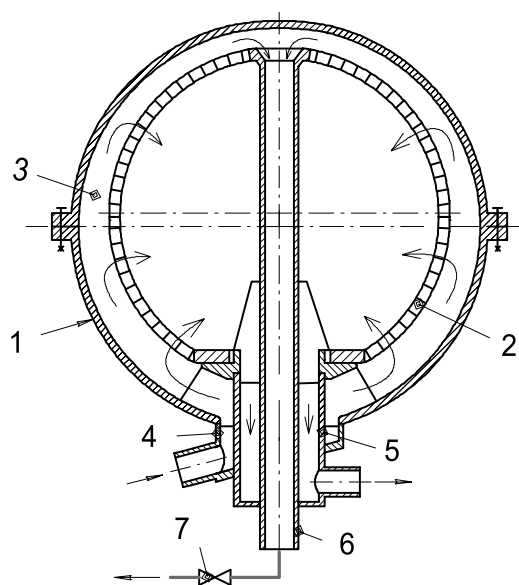


Рисунок 1 – Самоочищающийся фильтр типа «шар в шаре»

Он состоит из разъемного в вертикальной плоскости корпуса 1 с шарообразной внутренней поверхностью, фильтроэлемента 2 с проникаемой шарообразной наружной поверхностью, расположенного с зазором 3 в корпусе 1 и со смещением в противоположную сторону от входного патрубка 4, в котором концентрично и с зазорами расположены выпускной 5 и сливной 6 патрубки, последний из которых оборудован регулировочным дросселем 7.

Воду, под давлением и непрерывным потоком, подают во входной патрубок 4, откуда она поступает в зазор 3 и движется в нем вокруг шарообразной поверхности фильтроэлемента 2. При таком движении воды, часть ее, в виде фильтрата, проникает вовнутрь фильтроэлемента 2, освобождаясь от частиц твердых загрязнений, и через выпускной патрубок 5 удаляется из фильтра. Другая же часть воды в канале 3 обогащается загрязнениями и, вместе с ними, поступает во вход сливного патрубка 6, расположенного со стороны выхода канала 3, и по патрубку 6 через дроссель 7 покидает фильтр. Дроссель 7 отрегулирован таким образом, что, большая часть воды (90–97% от исходного потока) становится фильтратом, а остальная часть играет роль потока, смывающего загрязнения с фильтрующей поверхности и из корпуса фильтра в канализацию или оборотный цикл. В других случаях часть ее циркулирует на вход фильтра с целью увеличения зазора на выходе канала 3 или увеличения в нем продольной скорости.

Наличие шарообразных поверхностей корпуса и фильтроэлемента, при одинаковых сравниваемых условиях с цилиндрическими поверхностями, позволяет снизить потери воды со сливом или увеличить максимальный размер загрязнений в исходной воде в несколько раз. Это в свою очередь позволяет расширить возможности использования фильтра без усложнений конструкции и сберечь полный перечень преимуществ гидродинамических фильтров. Например, для фильтра [3, 4, 8] с зазором на выходе канала в 14 (22) мм, производительностью 2000 (1200) м³/час и сливом в 10 (17)%, зазор на выходе из канала 3 у фильтра, представленного на рисунке 1, увеличивается как минимум в 3 (1,5) раза. Это говорит о том, что максимальный размер загрязнений в воде на входе в фильтр может быть около 40 (32) мм, вместо 12 (20) мм, или же потери воды уменьшатся с 10 (17) до 3,3 (11)%. В скобках показаны данные для фильтра производительностью 1200 м³/час. Это объясняется тем, что длина выхода из канала, при той же его площади, как минимум в 3 (1,5) раза стала меньше, чем у фильтров типа «цилиндр в цилиндре», так как длина выхода из канала 3 в очистителях типа «шар в шаре» обуславливается только диаметром входа сливного патрубка 6.

Преимущества сферических оболочек с точки зрения эстетики, механической прочности и изготовления известны. Перфорация по-

верхностей, в том числе и металлических с применением плазмотронной технологии, не менее известна. Поэтому, использование таких фильтров является экономически целесообразным. Особенно эффективными они будут в условиях очистки воды на АЭС и ТЭЦ. При этом даже тонина очистки 0,3–1,0 мм не создаст трудностей в изготовлении фильтроэлементов сферической формы. Объясняется это тем, что при гидродинамической очистке размер перфорации может быть в 3–10 раз больше максимально допустимого в жидкости размера частицы загрязнения и что самоочищающиеся фильтры ФРГ [2] предусматривают очистку технической воды для ТЭЦ и АЭС тониной 1–9 мм.

Для условий более тонкой очистки жидкостей от твердых или других загрязнений особых трудностей в изготовлении сферических фильтроэлементов так же не предвидится. В этом случае может быть использован фильтр [14] с покрытым сеткой фильтроэлементом или опыт гидродинамической очистки [6, 7], когда увеличивают значение продольной скорости за счет ортогональной. Можно использовать и опыт авторов [1], когда фильтроэлемент заполняют зернистой засыпкой, но это худший вариант, так как требует остановки работы фильтра на промывку зернистой засыпки или ее замену. В этом смысле может быть целесообразным использование такого фильтра только для целей осветления воды, т.е. сверхтонкой ее очистки и очистки от других видов загрязнений, например, илистых, масел, нефти.

Таким образом, фильтры типа «цилиндр в цилиндре» для очистки больших потоков воды, в которых используется гидродинамический эффект жидкости для самоочистки их фильтрующей поверхности и корпуса от твердых загрязнений, более предпочтительны для использования в сравнении с другими самоочищающимися фильтрами. Недоверие потребителей к их непрерывной работе является необоснованным. Однако наиболее эффективными из них являются фильтры типа «шар в шаре», которые унаследовали все лучшие качества выше упомянутых гидродинамических фильтров и даже их приумножили. Применение таких фильтров в металлургии и энергетике для очистки больших потоков технической воды от твердых загрязнений является более предпочтительным и эффективным.

Библиографический список

1. *Высокоскоростные самоочищающиеся фильтры ЕРЖ и ЕЗЖ Кемеровского химмаша* <http://www.kemhimmash.ru/>.
2. *Высокоскоростные самоочищающиеся фильтры ФРГ* <http://www.taprogge.ru/en> IN - TA - ST® - Filtration - PR-BW-100.

3. Финкельштейн З.Л., Финкельштейн Л.З. Опыт применения фильтров сверхвысокой производительности для очистки промышленных стоков. - Вестник МАНЭБ, т.8, № 5 (65), С-Пб., 2003 - С. 94-97.
4. Патент України № 46507, B01D 29/23, 35/02. Очистник потоку рідини / В.П. Бондаренко. Опубл. 15.02.2005. Бюл. № 2, 2005.
5. Финкельштейн З.Л. Применение и очистка рабочих жидкостей для горных машин. – М.: Недра, 1986. – 232с.
6. Патент Японии, заявка № 54-8906, B01D 25/00. Способ фильтрации. Опубл. в РЖ «Изобретения в СССР и за рубежом», № 19, С. 67, 1979.
7. Патент США № 4810389, B01D 13/00; 37/00. Способ очистки жидкости. Опубл. в РЖ «Изобретения стран мира», № 24, С. 74, 1989.
8. Патент України № 64598, B01D37/00. Спосіб очищення рідин від механічних домішок у потоці. / В.П. Бондаренко. Опубл. 15.07.05. Бюл № 7, 2005.
9. Авторское свидетельство. СССР № 1072790, B01D 25/24. Устройство для отделения твердых веществ от потока жидкости. / К. Аймер, Г. Таль, Д. Миндель. Опубл. 07.02.84. Бюл. № 5, 1984.
10. Патент Франции, заявка № 2460701, B01D 2/42, 29/04. Устройство для отделения твердого материала в движущейся жидкости. Опубл. в РЖ «Изобретения в СССР и за рубежом», №13, С. 40, 1981.
11. Патент України № 80483, B01D 29/11, 35/22. Очистник потоку рідини від механічних домішок. / В.Г. Чебан. Опубл. 11.06.07. Бюл. № 15, 2007.
12. Патент України № 48715, B01D 29/00, 29/76, 35/22. Самоочищений фільтр. / В.П. Бондаренко. Опубл. 15.09.04. Бюл. № 9, 2004.
13. Патент України № 75525, B01D 37/00. Спосіб очищення рідини. / В.П. Бондаренко. Опубл. 17.04.06. Бюл. № 4, 2006.
14. Патент України № 76243, B01D 29/11. Очистник потоку рідини. / В.П. Бондаренко. Опубл. 17.07.06. Бюл. № 7, 2006.
15. Патент України № 83407, B01D 29/11, 35/30. Очистник потоку рідини. / В.Г. Чебан. Опубл. 10.07.08. Бюл. № 13, 2008.

Рекомендовано к печати к.т.н., проф. Уляницьким В.Н.