

**А.Б. Котюков**

НПО «Технология-М», Пермь, Россия

## **КОНСТРУКЦИИ ФИЛЬТРОВ С ЗАГРУЗКОЙ ИЗ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ И ТКАНИ**

Статья посвящена новым спроектированным конструкциям фильтров с загрузкой из современных высокоэффективных фильтрующих материалов: углеродных волокнистых сорбентов (УВС), активированной углеродной ткани (АУТ), волокнистого ионообменного материала ВИОН, а также с загрузкой из других волокнистых материалов. Спроектированные фильтры позволяют решить проблему перерасхода электроэнергии насосами, который возникает из-за создания насосами величины напора больше требуемой величины, достаточной для достижения необходимой степени очистки фильтруемой среды. Указанные новые фильтры благодаря своей конструкции также позволяют сократить затраты на эксплуатацию.

**Ключевые слова:** плотность упаковки материала загрузки, конструкции фильтров, напор, регенерация отработанного материала загрузки.

**A.B. Kotukov**

Association "Technology-M", Perm, Russia

## **FILTER DESIGNS WITH LOADING OF FIBROUS MATERIALS AND FABRICS**

The article is devoted to new designs of filters designed with the load of modern high-efficiency filter materials: carbon fiber sorbents (CFS), activated carbon fabric (ACF), VION fibrous ion exchange material, as well as with the loading of other fibrous materials. Designed filters allow you to solve the problem of overspending electric pumps, which arises from the creation of pump pressure values greater than the required amount sufficient to achieve the required degree of purification of the filtered medium. These new filters due to its construction also reduce operating costs.

**Keywords:** packing density of the material loading, filter constructions, pressure, regeneration of waste material loading.

В настоящее время одним из наиболее перспективных видов угольных сорбентов, применяемых для очистки воды и воздуха, являются углеродные волокнистые сорбенты (УВС) [1]. Также современным высокоэффективным угольным сорбентом является материал – активированная углеродная ткань (АУТ) [1]. Волокнистый ионообменный материал ВИОН [1] является новым видом ионообменных материалов, применяемых для очистки воды от тяжелых металлов и солей жесткости [2]. Материалы УВС, АУТ и ВИОН применяются для фильтрации жидкостей в системах водоснабжения и водоотведения.

Плотность упаковки материала в загрузке, кг/м<sup>3</sup>,

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (1)$$

где  $m$  – масса материала загрузки фильтра, кг;  $V$  – объем загрузки фильтра, м<sup>3</sup>.

Требуемая плотность упаковки материала загрузки для очистки воды или воздуха зависит от расхода; при меньшем расходе для достижения требуемой степени очистки требуется меньшая плотность упаковки материала в загрузке. В данном случае рассматривается работа фильтров при фильтрации жидкостей, при этом фильтры могут применяться и для фильтрации газов.

Требуемый напор  $H$ , м, в жидкостных системах вычисляется по формуле [3]

$$H = S \cdot Q^2, \quad (2)$$

где  $H$  – требуемый напор, м;  $S$  – удельное сопротивление, м·с<sup>2</sup>/м<sup>6</sup>;  $Q$  – требуемый расход, м<sup>3</sup>/с.

Из формулы (2) следует: чем меньше требуемый расход, тем меньше требуемый напор. Следовательно, при меньшем напоре для достижения требуемой степени очистки требуется меньшая величина плотности упаковки материала в загрузке  $\rho$ .

Существующие фильтры с загрузкой из УВС, АУТ, ВИОН и волокнистых материалов имеют загрузку с фиксированной величиной плотности упаковки материала в загрузке; данная величина задается при создании загрузки и рассчитана на максимальный расчетный расход жидкости или газа, проходящих через загрузку. Расход в системах, где устанавливаются фильтры с данной загрузкой, в большинстве случаев неравномерен во времени. Данная неравномерность чаще всего обусловлена хаотичным во времени подключением и отключением различных потребителей, которые подключены к данной системе [4, 5]. В существующих фильтрах с указанной загрузкой выявлен недостаток: в те промежутки времени, когда расход меньше максимального расчетного расхода, происходит перерасход электроэнергии насосами ввиду создания ими величины напора больше требуемой величины, достаточной для достижения необходимой степени очистки фильтруемой среды.

С целью устранения данного недостатка был произведен анализ конструкций существующих фильтров с загрузкой из УВС, АУТ,

ВИОН и волокнистых материалов и разработаны конструкции фильтров, представленные на рис. 1–3; данные конструкции фильтров позволяют устранить указанный недостаток благодаря своим конструктивным особенностям.

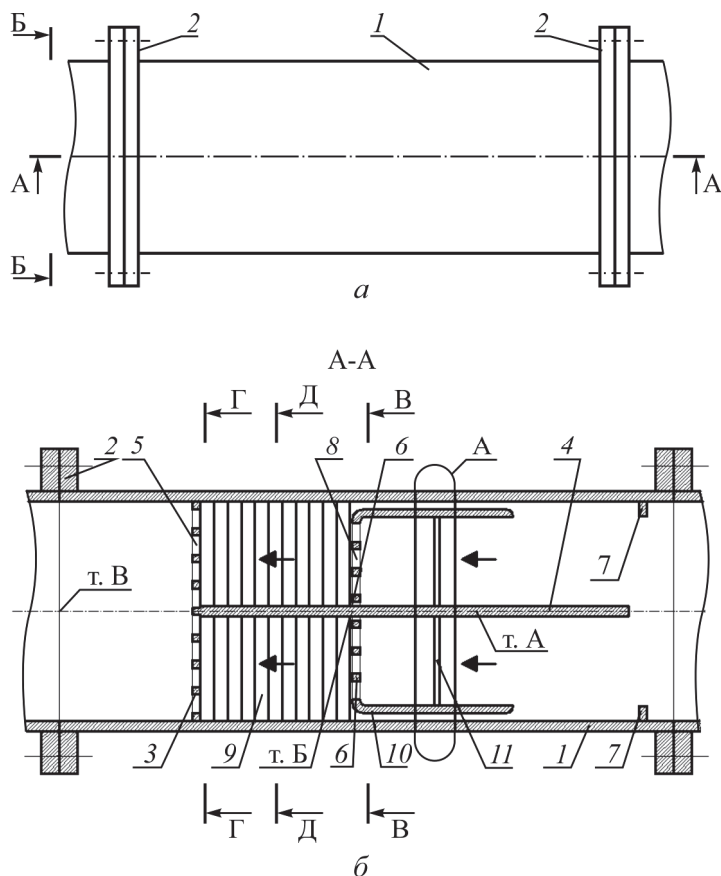


Рис. 1. Фильтр с прижимным стаканом во время максимального расхода: *a* – вид сверху, *б* – разрез А-А, *в* – разрез Б-Б и разрез В-В, *г* – разрез Г-Г и разрез Д-Д, *д* – узел А, разрез Е-Е; 1 – корпус фильтра, 2 – фланцевое соединение (болты, гайки и шайбы условно не показаны), 3 – продольные стержни удерживающей решетки, 4 – центральный стержень, 5 – вертикальные стержни удерживающей решетки, 6 – горизонтальные стержни решетки прижимного стакана, 7 – ограничитель обратного хода прижимного стакана, 8 – вертикальные стержни решетки прижимного стакана, 9 – кольца из УВС, АУТ, ВИОН или волокнистых материалов, 10 – прижимной стакан, 11 – устройство создания давления на стакан, 12 – герметичное соединение, 13 – пространство для прохода фильтруемой среды; т. А – точка А, т. Б – точка Б, т. В – точка В (см. также с. 97)

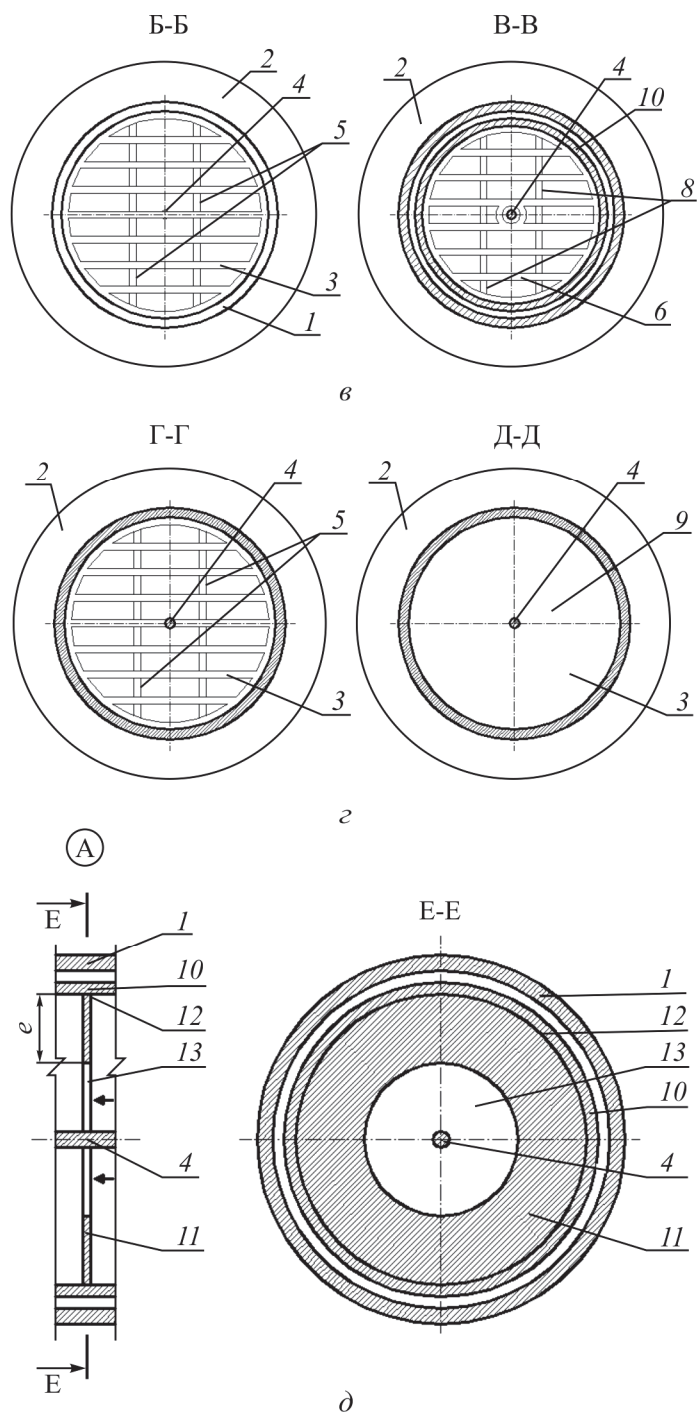


Рис. 1. Окончание

В конструкции фильтра, представленного на рис. 1, материал загрузки из УВС, АУТ, ВИОН или волокнистых материалов имеет вид колец 9; данные кольца надеты на стержень 4 и могут свободно перемещаться вдоль него (вдоль направления т. А – т. В (см. рис. 1)). Прижимной стакан 10 надет на стержень 4 и может свободно перемещаться вдоль него (вдоль направления т. А – т. В (см. рис. 1)). При наличии расхода фильтруемой среды в сети поток данной среды давит на устройство 11 создания давления на стакан, данное давление передается на стакан, который передает его на материал загрузки 9, создавая в нем требуемую плотность. Для передачи давления от прижимного стакана 10 на загрузку 9 в прижимном стакане имеется решетка, состоящая из горизонтальных стержней 6 и вертикальных стержней 8; стержни 6 и 8 имеют прямоугольное сечение. Решетка одновременно выполняет функцию создания дополнительной передачи давления от потока фильтруемой среды к стакану 10 и материалу 9. Степень передачи давления от потока фильтруемой среды к прижимному стакану 10 регулируется шириной  $e$  устройства 11 создания давления на стакан; также

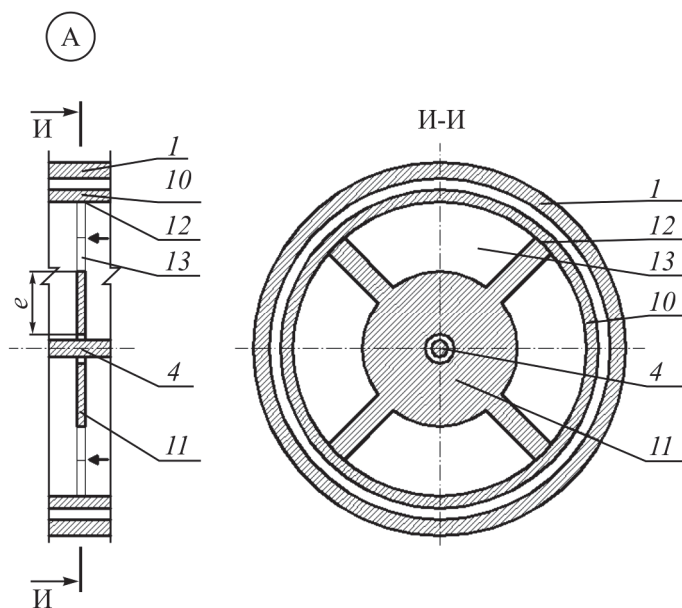


Рис. 2. Второй вариант исполнения узла А рис. 1: 1 – корпус фильтра; 4 – центральный стержень; 10 – прижимной стакан; 11 – устройство создания давления на стакан; 12 – герметичное соединение; 13 – пространство для прохода фильтруемой среды

данная степень передачи давления от потока может регулироваться количеством и шириной вертикальных стержней 8 решетки прижимного стакана. При максимальном расходе прижимной стакан 10 максимально смещен в сторону т. В (центр его решетки находится в точке Б (см. рис. 1, б)). Устройство создания давления на стакан 11 может быть выполнено в двух вариантах: рис. 1, д и рис. 2 соответственно. Второй вариант используется при большем требуемом давлении на материал, первый вариант – при меньшем требуемом давлении на материал.

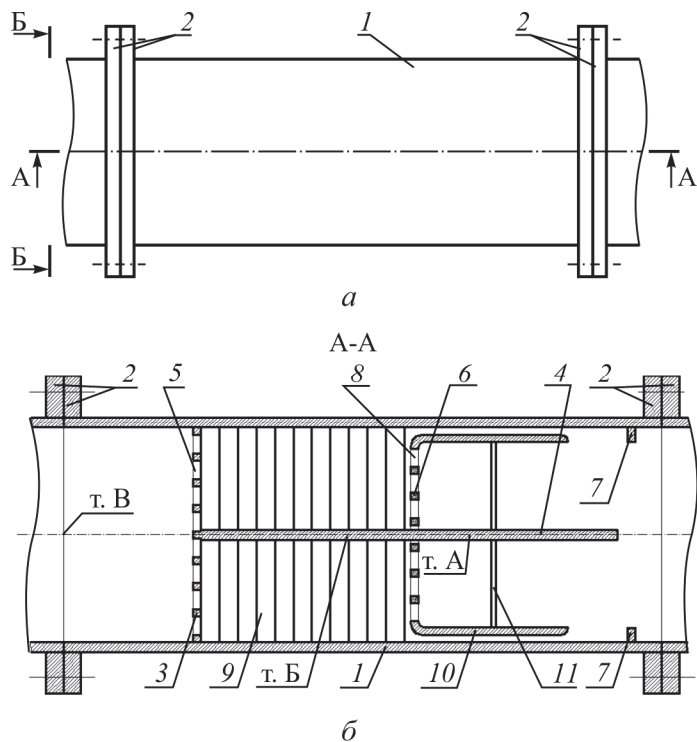


Рис. 3. Фильтр с прижимным стаканом во время минимального расхода или отсутствия расхода: *а* – вид сверху, *б* – разрез А-А. Разрез Б-Б – см. рис. 1; 1 – корпус фильтра, 2 – фланцевое соединение (болты, гайки и шайбы условно не показаны), 3 – продольные стержни удерживающей решетки, 4 – центральный стержень, 5 – вертикальные стержни удерживающей решетки, 6 – горизонтальные стержни решетки прижимного стакана, 7 – ограничитель обратного хода прижимного стакана, 8 – вертикальные стержни решетки прижимного стакана, 9 – кольца из УВС, АУТ, ВИОН или волокнистых материалов, 10 – прижимной стакан, 11 – устройство создания давления на стакан; т. А – точка А, т. В – точка В

Во время минимального расхода (или отсутствии последнего) материал 9 (см. рис. 3) расширяется благодаря свойству расширения в сторону первоначально занимавшегося объема; при этом материал 9 смещает прижимной стакан 10 в сторону т. А. В то же время плотность загрузки материала 9 уменьшается в определенной пропорции к уменьшению расхода. Требуемая пропорция устанавливается с помощью задания величины  $e$  и количества (или ширины) вертикальных стержней 8. Величина требуемой пропорции зависит от количества загрязнений в фильтруемой среде, требований к очищенной среде, вида материала 9.

Конструкция фильтра, представленного на рис. 1–3, в отличие от существующих на сегодняшний день конструкций фильтров с загрузкой из материала УВС или АУТ или ВИОН или других волокнистых материалов, позволяет осуществлять регенерацию отработанного материала загрузки без извлечения данного материала из фильтра благодаря возможности уменьшения плотности упаковки материала загрузки без извлечения данного материала из фильтра. Для осуществления указанного процесса регенерации, при материале загрузки УВС или АУТ, фильтр отключается из работы и в выходное отделение (т. В на рис. 1–3) подается пар или нагретый инертный газ; указанный пар или газ отводится после регенерации материала через входное отделение (внутреннее пространство фильтра правее т. А на рис. 1–3). При материале загрузки ВИОН вместо пара или инертного газа подается регенерирующий раствор.

Фильтр, представленный на рис. 1–3, может быть использован для очистки как жидких, так и газовых сред.

Таким образом, спроектированы новые, более совершенные конструкции фильтров с материалами УВС, ВИОН, АУТ и волокнистыми материалами, позволяющими решить проблему перерасхода электроэнергии насосами, который возникает из-за создания насосами величины напора больше требуемой величины, достаточной для достижения необходимой степени очистки фильтруемой среды. Данные конструкции фильтров, в отличие от существующих на сегодняшний день конструкций фильтров с указанной загрузкой, позволяют осуществлять регенерацию отработанного материала загрузки без извлечения данного материала из фильтра, что, в свою очередь, позволяет сократить затраты на эксплуатацию.

## Список литературы

1. Петров Ю.П., Котюков А.Б. Совершенствование конструкции фильтров с загрузкой из углеродных волокнистых сорбентов (УВС), активированной углеродной ткани (АУТ) и волокнистого ионообменного материала ВИОН // Вестник Перм. ун-та. Геология. – 2013. – Вып. 2 (19). – С. 94–101.
2. Абрамов Н.Н. Водоснабжение. – М.: Стройиздат, 1982. – 440 с.
3. Курганов А.М., Федоров Н.Ф. Гидравлические расчеты систем водоснабжения и канализации: справочник. – Л.: Стройиздат, 1986. – 440 с.
4. Кочина П.Я. Избранные труды: Гидродинамика и теория фильтрации. – М.: Наука, 1991. – 351 с.
5. Лейбензон Л.С. Движение природных жидкостей и газов в пористой среде. – М.; Л.: ОГИЗ-Гостехиздат, 1947. – 244 с.

## References

1. Petrov Ju.P., Kotukov A.B. Sovershenstvovanie konstruktсии fil'trov s zagruzkoj iz uglerodnykh voloknistykh sorbentov (UVS), aktivirovannoj uglerodnoj tkani (AUT) i voloknistogo ionoobmennogo materiala VION [Improving the design of filters with a load of carbon fiber sorbents (CFS), activated carbon fabric (ACF) and fibrous ion exchange material VION] *Vestnik Permskogo universiteta. Geologija*, 2013, vol. 2 (19), pp. 94–101.
2. Abramov N.N. Vodosnabzhenie [Water supply]. Moscow: Strojizdat, 1982, 440 p.
3. Kurganov A.M., Fedorov N.F. Gidravlicheskie raschety sistem vodosnabzhenija i kanalizatsii [Hydraulic calculations of water supply and sewerage]. Leningrad: Strojizdat, 1986, 440 p.
4. Kochina P.Ja. Izbrannye trudy: Gidrodinamika i teorija fil'tracii [Selected works: Hydrodynamics and filtration theory]. Moscow: Nauka, 1991, 351 p.
5. Lejbenzon L.S. Dvizhenie prirodnyh zhidkostej i gazov v poristoj srede [The movement of liquids and natural gas in a porous medium]. Moscow; Leningrad: OGIZ-Gostekhizdat, 1947, 244 p.

Получено 9.10.2013



### **Об авторах**

**Котюков Анатолий Борисович** (Пермь, Россия) – инженер научно-производственного объединения «Технология-М» (614002, г. Пермь, ул. Фонтанная, 9, e-mail: lifeae@yandex.ru).

### **About the authors**

**Kotukov Anatoly Borisovich** (Perm, Russia) – Engineer, Scientific and Production Association "Technology-M" (9, Fontannaya st., Perm, 614002, Russia, e-mail: lifeae@yandex.ru).