Егоров В.Г., Васечкин М.А., Маслов И.Н., Латышев Т.К.
*Воронежский государственный университет инженерных технологий
Воронеж, Россия*

doi: 10.18411/Ij-30-04-2017-3-02
idsp 000001:Ij-30-04-2017-3-02

Разработка нормализованного ряда корпусов фильтров очистки воды из коррозионно-стойких сталей

Аннотация

В работе приведены результаты научно-исследовательской и опытно-конструкторской работ в области создания долговечных и экологически безопасных систем подготовки питьевой воды модульного типа.

Разработаны и изготовлены конструкции фильтров различного назначения. При изготовлении корпусов фильтров одной из операций технологического процесса является ротационная раскатка цилиндрических заготовок, которая позволила снизить массу фильтра и устранить негативное влияние сварных швов.

Проведенные экспериментальные исследования показали, что цилиндрические образцы из коррозионно-стойкой стали после ротационной раскатки имеют высокую прочность и способны выдерживать многочисленные перепады внутреннего давления.

Ключевые слова: системы водоподготовки, корпус фильтра, коррозионно-стойкая сталь, ротационная раскатка.

В настоящее время одной из глобальных проблем является обеспечение населения и предприятий пищевой промышленности качественной питьевой водой. Качество питьевой воды зависит от ряда факторов, одним из которых является материал, из которого изготовлены корпуса и коммуникации водоочистных систем. Мировыми и отечественными производителями (фирмы Atoll, Aquapro, Honeywell, Harmsco, Milipore, Промфильтр, Аквафор и др.)

выпускаются картриджные, в том числе мультипатронные, засыпные и обратноосмотические фильтры для очистки воды, а также фильтры бактериальной очистки с использованием ультрафиолетового облучения.

Корпуса фильтров, особенно предназначенных для бытового использования, в основном изготавливают пластиковыми. К преимуществам таких корпусов следует отнести низкую себестоимость изготовления и минимальные весовые характеристики. В то же время при взаимодействии воды с внутренней поверхностью пластикового корпуса фильтра неизбежно вымываются высокомолекулярные соединения, представляющие опасность для здоровья человека.

Упомянутого недостатка лишены корпуса, изготовленные из коррозионно-стойкой стали. Основным функциональным и несущим элементом данных корпусов является емкость в виде колбы которая изготавливается из листового проката с использованием гибочно-сварочных операций с последующим электрохимическим полированием. Однако, даже самая тонкая зачистка и полировка продольных и кольцевых сварных швов не может выровнять механические свойства и геометрические параметры сварного шва, околошовной зоны и основного металла. В результате околошовная зона зачастую является тем местом, где зарождается межкристаллитная коррозия с постепенным распространением усталостных трещин внутрь корпуса фильтра, что приводит в конечном итоге к разрушению его стенки. Для увеличения срока службы нержавеющей корпуса при его изготовлении производители вынуждены использовать лист большей толщины, что приводит к увеличению материалоемкости и удорожанию конструкции. Кроме того, в районе сварных швов из-за недостаточной чистоты поверхности скапливаются всевозможные загрязнения, болезнетворные бактерии, что негативно сказывается на качестве очищенной жидкости.

Исключить наличие сварных швов можно путем перехода к цельной бесшовной конструкции колбы, полученной вытяжкой из листа. Однако, существенные габариты колб фильтров высокой производительности требуют для их производства мощного специализированного оборудования.

Другим наиболее перспективным и экономичным способом устранения негативного влияния сварных швов является использование в технологическом процессе изготовления колб для фильтра операции ротационной раскатки сварной цилиндрической заготовки. Ротационная раскатка выполняется

на универсальном токарно-винторезном станке, оборудованном специальной оснасткой для раскатки трубных заготовок [1].

При ротационной раскатке цилиндрических заготовок происходит пластическое упрочнение материала с одновременным утонением стенок. Результаты экспериментальных исследований цилиндрических образцов из стали AISI 304 диаметром 90 мм и толщиной стенки 1 мм показали, что при относительной деформации по толщине стенки от 10 % до 20 % после ротационной раскатки временное сопротивление разрыву σ_b возрастает приблизительно в 2 раза, а их ресурс при испытаниях пульсирующим внутренним давлением составил в среднем свыше 350000 циклов без разрушения [2, 3].

Применение в технологическом процессе изготовления корпусов фильтров из коррозионно-стойких сталей операции ротационной раскатки позволило создать нормализованный ряд установок для очистки воды различного назначения и производительности, имеющие при гарантированно высоких ресурсе, надежности и экологической безопасности более низкую себестоимость изготовления и материалоемкость (в среднем такие конструкции имеют на 30% меньшую массу по сравнению с аналогичными корпусами изготовленными без применения ротационной раскатки).

В частности, были разработаны и изготовлены корпуса для фильтров (рисунок 1), которые в зависимости от потребностей, могут выполнять следующие задачи: осветление и удаление механических частиц и взвешенных веществ, ионообменное умягчение воды, сорбционную или обратноосмотическую очистку, деферризацию воды, бактерицидную очистку с использованием ультрафиолетового излучения. Разработана конструкция для использования в походных условиях.

а)

б)

в)

а)

б)

Рисунок 1 – Образцы фильтров из коррозионно-стойкой стали: а – мультикартриджный фильтр для осветления и удаления механических частиц и взвешенных веществ; б – фильтр для ионообменного умягчения воды; в – фильтр для деферризации воды; г – фильтр для бактерицидной очистки ультрафиолетовым излучением; д – походный фильтр.

В основе конструкций фильтров лежат защищенные патентами РФ разработки [4-6].

В таблице 1 приведены основные параметры и характеристики корпусов фильтров, изготовленных из коррозионно-стойкой стали.

Разработанные конструкции фильтров, в зависимости от потребности, могут применяться как отдельные модули, так и собираться в систему для выполнения комплексных задач. Следует отметить, что коррозионно-стойкие стали являются инертными к воздействию различных жидкостей, используемых в жизнедеятельности человека. Таким образом, нормализованные размеры корпусов фильтров позволят создавать системы требуемой производительности очистки не только воды, но и других жидкостей и растворов.

Таблица 1.

Параметры и характеристики корпусов фильтров

Параметр или характеристика	Ед. измерения	Значение
Рабочее давление	атм.	до 6
Максимальное кратковременное рабочее давление	атм.	до 12
Производительность по очищенной воде	м ³ /ч	до 60
Диаметр колбы	мм	от 90 до 600
Толщина стенки колбы	мм	от 0,8 до 3
Высота колбы	мм	до 1500
Условный проход	мм	до 200
Количество одновременно устанавливаемых картриджей	шт.	до 60
Материал корпуса фильтра	–	12X18H10T, AISI 304, AISI 321, AISI 316.

1. Shaping high-longevity components of corrosion-resistant pipes by rotary rolling /M.A. Vasechkin, O.Yu. Davydov, V.G. Egorov, I.N. Maslov //Chemical and Petroleum Engineering. –September, 2016. – Vol. 52, № 5-6 – PP. 392-397
2. Determination of the optimum conditions at the processing of high-strength corrosion-proof pipelines /M.A. Vasechkin, V.G. Egorov, I.N. Maslov, A.B. Kolomenskiy //Research Journal of Applied Sciences. – 2016. – Т. 11, № 4. –PP. 85-87.
3. Investigation of influence of extent of deformation at rotary rolling-off on cyclic life of precision corrosion-proof pipelines /M.A. Vasechkin, O.Yu. Davydov, V.G. Egorov, I.N. Maslov //International Journal of Applied Engineering Research.– 2015. – Vol. 10, № 21.– PP. 42649-42653.
4. Пат. 2381820 РФ. Фильтр для очистки жидкости / В.В. Толстиков, В.Г. Егоров, В.В. Голуб // Бюл. – 2010. – № 5.
5. Пат. 2422188 РФ. Фильтр очистки жидкости / В.В. Голуб, В.Г. Егоров, В.В. Толстиков // Бюл. – 2011. – № 18.
6. Пат. 2430768 РФ. Фильтр очистки жидкости / В.Г. Егоров, В.В. Голуб, В.В. Толстиков // Бюл. – 2011. – № 28