

## ЛИТЕРАТУРА

1. Трунов, П. В. Особенности процесса очистки сточных вод в погружных мембранных биореакторах / П. В. Трунов // Коммунальное хозяйство городов: науч.-техн. сборник. – 2010. – № 93. – С. 133–137.

2. Киристаев, А. В. Очистка сточных вод в мембранном биореакторе: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.23.04 / А. В. Киристаев; ГУП «МосводоканалНИИпроект». – М., 2008. – 24 с.

УДК 62.2

**Дубок А.Е., Петров О.А., Сипливеия А.А.**

(Белорусский государственный технологический университет)

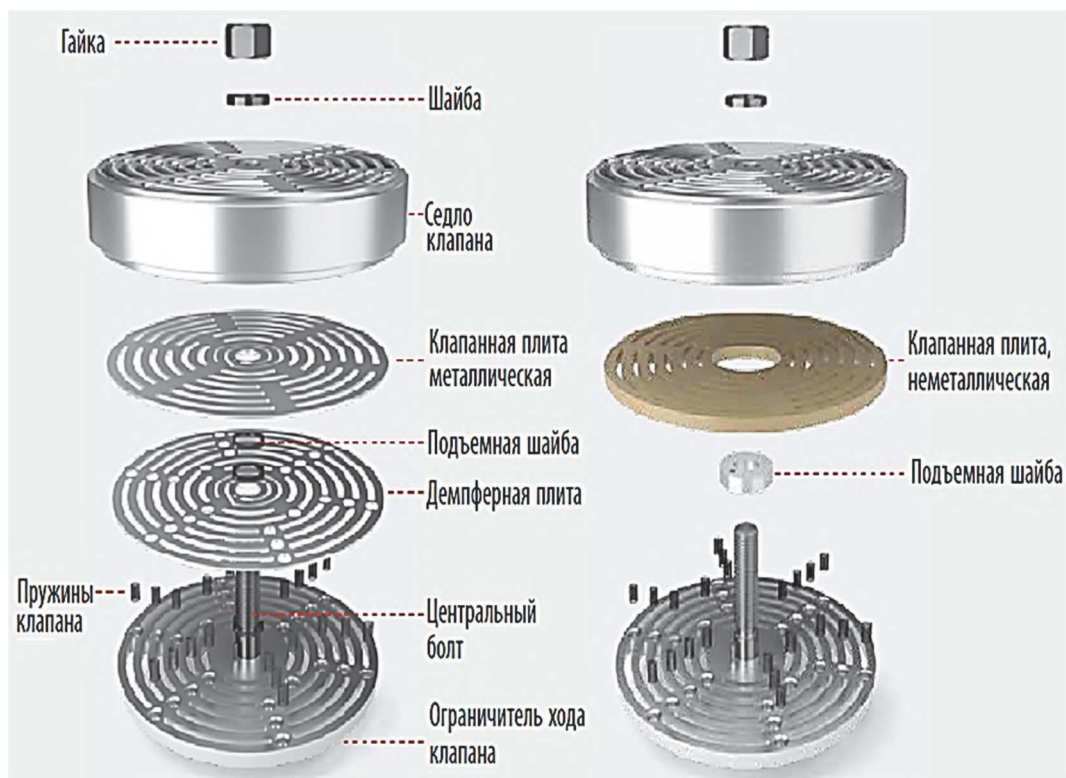
### **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ РАБОЧИХ КЛАПАНОВ ПОРШНЕВЫХ КОМПРЕССОРОВ**

Одними из основных узлов поршневых компрессоров являются рабочие клапаны, предназначенные для соединения/разъединения рабочей полости цилиндра с полостями всасывания и нагнетания. В современных поршневых компрессорах применяются самодействующие клапаны, в которых движение запорного органа определяется разностью давлений перед и за ним [1].

Для проведения анализа конструкций клапанов были выбраны передовые разработки мировых лидеров в области конструирования и производства деталей и комплектующих к поршневым компрессорам. Многолетний опыт в проектировании и изготовлении рабочих клапанов, всестороннее изучение конструкций и материалов для их изготовления, позволили получить высокопроизводительные, долговечные и эффективные рабочие клапаны. Рассмотрим основные из них.

Дисковые клапаны (рисунок 1) имеют проверенную конструкцию и непрерывно совершенствуются годами [2]. Особое внимание уделяется повышению прочности и долговечности клапанной плиты, демпферной плиты и пружин в сложных условиях эксплуатации.

Основные преимущества: 1) свободные от трения металлические и неметаллические клапанные плиты с направляющими для минимального износа и максимального срока службы; 2) возможно до 20 модификаций седла клапана, что обеспечивает очень низкие расходы на протяжении срока службы; 3) пружины зафиксированы в ограничителе для достижения практически нулевого износа пружин; 4) непревзойденный срок службы клапанных плит благодаря тщательному подбору материалов и специальной термообработке; 5) минимальные степени утечки благодаря исключительной обработке поверхности.



**Рисунок 1 – Конструктивные особенности дисковых клапанов**

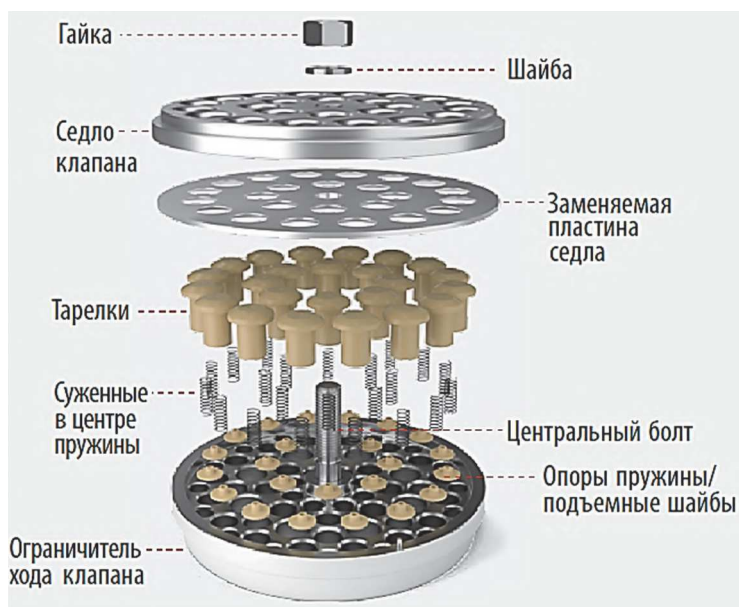
Концентрические клапаны (рисунок 2) – это сочетание всасывающего и нагнетательного клапанов, что делает их компактными и позволяет экономить место с минимальным возможным объемом «мертвого» пространства.



**Рисунок 2 – Особенности конструкции концентрических клапанов**

Основные преимущества: 1) быстрая доступность и малые запасы на компрессорной установке с несколькими компрессорами разных скоростей, которые определяются конфигурацией цилиндра и составом газа; 2) клапаны доступны с металлическими и неметаллическими плитами; 3) простая сборка и разборка; 4) минимальные степени утечки благодаря высокоточной обработке поверхности; 5) длительный срок службы клапанных плит и рессорных листов благодаря тщательному подбору материалов и специальной термообработке.

Тарельчатые клапаны (рисунок 3) превосходно подходят для работы в сложных условиях применения с газами, содержащими масла и твердые частицы, а также с такими чистыми газами, как кислород [3]. Оптимизированная зона потока уменьшает падение давления и повышает эффективность.



**Рисунок 3 – Конструкция тарельчатых клапанов**

Кроме того, конструкция облегчает обслуживание и имеет следующие значительные преимущества: 1) высокая производительность при эксплуатации с загрязненными газами, пониженное прилипание масла; 2) пониженная чувствительность к различного рода тепловым расширениям и влаге, содержащейся в газе; 3) меньшая степень засорения, чем в дисковых клапанах при использовании загрязненных и влажных газов; 4) улучшенная аэродинамика пути прохождения потока, снижающая падение давления и повышающая эффективность; 5) снижение уровня шума, вибрации и чувствительности к перемене условий эксплуатации; 6) минимальный риск вторичных повреждений деталей компрессора в случае поломки; 7) металлические пружины защищены от потока газа неметаллическим корпусом тарелки.

Кольцевые клапаны отличаются от клапанов других конструкций тщательно продуманными аэродинамическими характеристиками потока, проходящего через него. Благодаря усовершенствованной аэродинамике снижен перепад давления, что ведёт к значительному сокращению потребления мощности на компрессоре (диски с закруглением по радиусу сглаживают поток).



**Рисунок 4 – Особенности конструкции  
кольцевого клапана**

Основные преимущества: 1) длительное время работы (передовая конструкция, износостойкие материалы, высокий уровень соответствия требованиям к конкретным условиям эксплуатации); 2) надёжность при сложных условиях эксплуатации (термопластичные рабочие элементы сферической формы обладают достаточной толщиной и легко выдерживают присутствие посторонних частиц в потоке газа); 3) улучшенная аэродинамика потока; 4) совместимость с разгрузочными устройствами различных типов, что обеспечивает более высокую степень эксплуатационной гибкости.

Представленные в рамках проведения анализа конструкции рабочих клапанов поршневых компрессоров являются на сегодняшний день наиболее передовыми и высокоэффективными, что и позволяет в конечном итоге добиться от компрессорного оборудования максимальной надёжности и безотказности. Правильно подобранные и установленные рабочие клапаны позволяют увеличить производительность компрессора, снизить затраты, связанные с использованием энергетических ресурсов, простоем, недовыпуском продукции и ремонтом оборудования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Блох, Хайнц П. Компрессоры. Современное применение / Х. Блох; пер. с англ. Л. Н. Кодомского под ред. Т. С. Дегтяревой, А. А. Курганова. – Москва: Техносфера, 2011. – 344 с.
2. Burckhardt Compression. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.burckhardtcompression.com>. (Дата обращения: 25.09.2023);
3. Cook Compression. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.cookcompression.com>. (Дата обращения: 26.09.2023).

УДК 621.926

**Гомалинский В.А.**

(ОАО «НПО «Центр», г. Минск)

**Боровский Д.Н.**

(Белорусский государственный технологический университет)

### **ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОМОЛЬНОГО БАРАБАНА ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ПЛАНЕТАРНОЙ МЕЛЬНИЦЫ**

Процесс измельчения в промышленности строительных материалов имеет большое значение. Особый интерес среди измельчительного оборудования представляют планетарные мельницы [1]. Они обычно включают несколько полых барабанов, в которые загружается материал и мелющие тела. Помольные барабаны, закрепленные на водиле установленном на горизонтальной оси, вращаются одновременно вокруг центральной оси и вокруг собственной оси в противоположную сторону вращения водила.

Исследование планетарной мельницы проводилось в программе SolidWorks. Для создания расчетной модели планетарной мельницы принимались барабаны с внутренним диаметром 100 мм рабочей длиной 200 мм, с осью удаленной от общей оси вращения на 176 мм. Исследования проводились при частоте вращения помольного барабана 560 об/мин и водила 740 об/мин.

В результате расчета были получены траектория (рисунок 1, *а*), описываемая точкой барабана, подобная на движение электронов вокруг ядра атома и траектория движения (рисунок 1, *б*) мелющих тел. При проведении анализа движений мелющих тел в горизонтальной планетарной мельнице можно сделать вывод, что центробежная сила удаляет загрузку к периферии от центра барабана и водила.