

нагревательному элементу 10, который разогревает воздух в камере 8. Для поддержания постоянной температуры на камере 8, установлен клапан 11. Сухой торф попадая в загрузочную камеру 16, подвергается окончательному измельчению ножом 15, на который электродвигатель 13 передает движение через зубчатую передачу z7, z8.

Данное устройство имеет довольно простую конструкцию, что позволит легко и без особых затрат его изготовить. Мобильное устройство данного типа не имеет аналогов, что несет собой большую актуальную значимость.

#### Литература

1. Луценко А.Н. О применении инновационных сорбентов и устройств для ликвидации разливов нефти и нефтепродукции.
2. Наумович В.М. Сушка торфа и сушильные установки брикетных заводов. – М.: Недра, 1971. – 280 с

### ПРИЧИНЫ ВЫХОДА ИЗ СТРОЯ СУХИХ ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ УПЛОТНЕНИЙ ВАЛОВ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ КОМПРЕССОРОВ И СПОСОБЫ ИХ РЕШЕНИЯ

**С.С. Васенин**

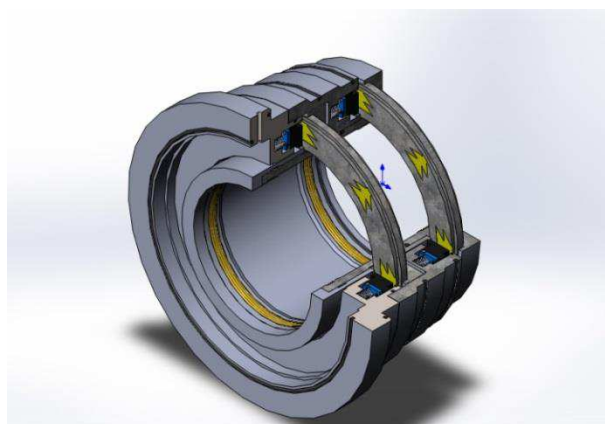
Научный руководитель профессор Л.А. Саруев

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Ведущие мировые производители турбомашин комплектуют новые компрессоры сухими газодинамическими уплотнениями, а многие производства, эксплуатирующие старые машины, проводят их модернизацию путем замены масляных уплотнений сухими [1]. Подобные усовершенствования предъявляют повышенные требования к культуре производства машин и их эксплуатации. В статье рассматриваются вопросы модернизации и эксплуатации сухих газовых уплотнений роторов турбомашин, которые являются одним из высокотехнологичных узлов компрессоров, насосов и турбин.

В области разработки, производства и модернизации существующего оборудования узлами сухих газовых уплотнений пионером является фирма "John Crane" (Великобритания), которая и сейчас занимает одно из лидирующих мест на мировом рынке уплотнений. На рынке бывшего СССР, ведущим производителем узлов сухих уплотнений является научно-производственная фирма "Грейс-инжиниринг" город Сумы, Украина. Российский рынок представлен Научно-производственным центром «Анод» Нижний Новгород.

Внешне сухое газодинамическое уплотнение выглядит и устроено по типу традиционного механического уплотнения (рис.1) и имеет те же основные детали и узлы – седло вращающееся кольцо, торец не вращающееся кольцо, пружины, втулки, ленты допуска. Основное отличие заключается в канавках, выполненных на седле ионным травлением глубиной 1-8 мкм.



**Рис. 1 Внешний вид сухого газодинамического уплотнения**

Канавки занимают значительную часть рабочей поверхности кольца более 50%. Поверхность на внутреннем диаметре и не имеющая канавок называется дамбой. Дамба и канавки являются главными факторами в работе бесконтактного уплотнения [2].

По данным фирмы "John Crane" в 90% основными причинами выхода из строя сухого газодинамического уплотнения, является загрязнение уплотнительной пары. Загрязнение происходит в следующих случаях:

1. Миграция масла из подшипниковой камеры в уплотнительную пару
2. Попадание процессного (компримируемого) газа в уплотняющую пару
3. Низкое качество уплотняющего газа

Для снижения вероятности загрязнения уплотнения существует ряд предложений. Основной задачей нововведений является защита от загрязнения уплотняющей пары торец-седло. Как правило, в большинстве

случаев в качестве уплотняющего газа используют тот же газ, что и компримируется в компрессоре, только прошедший очистку и осушку. Этот газ подается в патрон СГУ под давлением выше компримируемого газа не менее чем на  $2 \text{ кгс/см}^2$ . Таким образом, возникает область высокого давления в уплотняющей паре, которая не дает миграции процессного (менее чистого) газа в уплотнение. А уплотняющий газ (сухой) все же мигрирует в процессную камеру. В случае, когда происходит снижение давления в уплотнение, процессный (грязный) газ мигрирует в уплотнение. В связи с попаданием грязного газа в уплотнение, нарушаются его теплофизические и динамические характеристики. Уменьшается теплопроводность, изменяется зазор между уплотнительной парой, возможно залипание и растрескивание кольца на торце. Предотвратить это можно путём реконструкции уплотнения с установкой запирающего поршня в сообщающийся канал камер процесса и уплотнения. Запирающий поршень будет срабатывать автоматически, и изолировать обе камеры в случае снижения давления в уплотняющей камере. Как следствие в результате конструкционных изменений уплотнения будет исключена возможность попадания процессного газа в уплотняющую камеру в результате снижения давления уплотняющего газа см. рис 2.

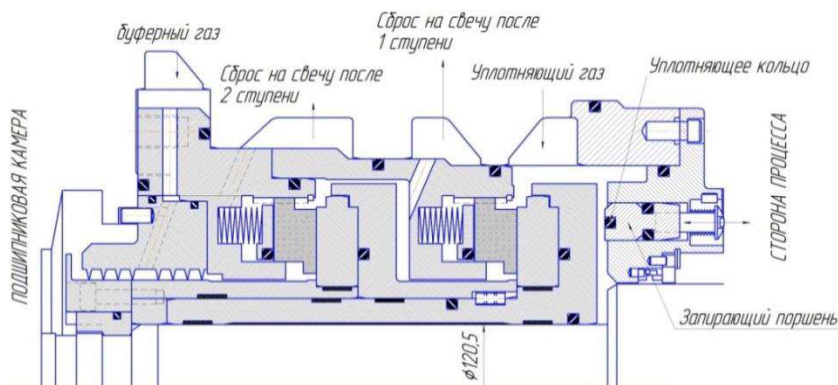


Рис. 2 Конструкция сухого газодинамического уплотнения «John Crane AT28T» тандем с установленным запирающим поршнем

Следующей проблемой является миграция масла из подшипниковой камеры, на рис. 2 видно, что для защиты от загрязнения маслом используется лабиринтное уплотнение, в которое подается буферный газ. Буферный газ представляет собой воздух, либо азот, который нагнетается под давлением  $1,2 \text{ кгс/см}^2$  с помощью компрессоров буферного воздуха (КБВ). Часть буферного воздуха уходит в подшипниковую камеру, а другая часть в уплотнение и выходит через свечу 2-ой ступени. Азот предпочтительнее использовать в качестве буферного газа, т.к. азот не образует взрывоопасной смеси с газом в отличие от воздуха. При получении азота снижается необходимость его постоянной фильтрации и очистки с помощью каскада фильтров (предварительной очистки и фильтров СГУ). Для получения азота предлагается новейшая панель управления СГУ предусматривающая обеспечение подачу азота [3]. По сравнению со стандартной конструкцией панели управления, в данной конструкции реализована дополнительная система подготовки технического воздуха, и система получения азота из сжатого воздуха. Особенностью данной панели стало применение новейших мембранных технологий в разделении сжатого воздуха и получение азота. Преимуществом данной панели является наличие системы подготовки и получения азота, смонтированной на единой раме вместе с системой подачи уплотнительного газа и системой контроля работоспособности СГУ. Это позволяет исключить дополнительную трубопроводную обвязку между системой СГУ и системой получения азота и уменьшить габариты и стоимость системы.

В результате проведенного анализа сухих газодинамических уплотнений, были выявлены основные причины их загрязнения в процессе эксплуатации и предложены пути модернизации с целью исключения загрязнения уплотнительной пары.

Было предложено изменение конструкции патрона сухого газодинамического уплотнения с установкой запирающего поршня, а также замены панели управления уплотнения для подачи в качестве буферного газа подготовленного азота из воздуха. Данные предложения позволят уменьшить либо исключить возможность загрязнения уплотняющей пары и всего уплотнения в целом, так же позволит снизить необходимость чистки уплотнения при демонтаже компрессора. И соответственно увеличить срок использования оборудования.

#### Литература

1. Компрессоры современное применение / Блох Х. Перевод с англ. Л.Н. Кодомского под ред. Т.С. Дегтяревой, А.А. Курганова. - М.: Техносфера, 2011. – 257 с.
2. Торцевые уплотнения валов / Мельник В.А. - М.: Машиностроение, 2008. – 317 с
3. Газовая смазка / Пешти Ю.В. - М.: МГТУ, 1993. – 381 с.