

**РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ МЕТОДОВ И СПОСОБОВ
ОХЛАЖДЕНИЯ ГАЗА В КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ
КРАСНОДАРСКОГО УПХГ**

О.А. Игнатченко¹⁾, А.А. Масалова²⁾, М.А. Киндюк³⁾

1) аспирант, преподаватель ФГБОУ ВО «КубГТУ», инженер по эксплуатации оборудования газовых объектов газокomppressorной службы Краснодарского УПХГ филиал ООО «Газпром ПХГ», o.ignatchenko@krs.phg.gazprom.ru

2) студентка Армавирского механико–технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, masalovaangel@mail.ru

3) студент Армавирского механико–технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, psixi6666@mail.ru

Аннотация: в данной статье рассматривались методы и способы охлаждения газа в компрессорной станции краснодарского УПХГ.

Ключевые слова: охлаждение газа, компрессорная станция, расширительная машина, турбодетандер.

**DEVELOPMENT OF EFFECTIVE METHODS AND METHODS
OF GAS COOLING IN THE COMPRESSOR STATION OF THE
KRASNODAR UPKHG**

O. A. Ignatchenko¹⁾, A. A. Masalova²⁾, M. A. Kindyuk³⁾

1) post-graduate student, teacher of fgbou vo "KubSTU", engineer for operation of equipment for gas facilities of the gas compressor service of the Krasnodar upkhg branch of Gazprom UGS LLC, o.ignatchenko@krs.phg.gazprom.ru

2) student of the Armavir Institute of mechanics and technology (branch) Kuban state technological University, Armavir, Russia, masalovaangel@mail.ru

2) the student Armavir Institute of Mechanics and Technology (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, psixi6666@mail.ru

Abstract: this article discusses methods and methods of gas cooling in the compressor station of the Krasnodar UPKHG.

Keyword: gas cooling, compressor station, expansion machine, turbo expander.

В настоящее время развитие газовой промышленности связано с транспортом и хранением газа, но при его хранении существуют такие проблемы как: неэффективное охлаждение газа в станциях подземного хранилища газа.

Именно это послужило темой для нашей научной разработки. Рассматривая Краснодарское ПХГ, наблюдалась недостаточная степень охлаждения газа при подачи его в компрессорные цеха. Изучив существующий метод и способ охлаждения газа, пункты редуцирования топливного газа на Краснодарском ПХГ, мы выяснили что, для охлаждения газа используется АВО газа.

Проведя анализ, мы выяснили, что в системе АВО из-за относительно небольшой скорости воздушных масс на выходе повышается вероятность рециркуляции тёплого воздуха, из-за которой производительность аппарата снижается.

В ходе патентной проработки было найдено изобретение Духанина Юрия Ивановича.

Изобретение относится к расширительным машинам, а именно к турбодетандерам, которые могут широко применяться в криогенных системах и, особенно, в составе гелиевых и водородных установок.. На валу детандера диаметрально противоположно установлены постоянные магниты, а в корпусе - обмотка, изготовленная из сверхпроводника. Турбодетандер смонтирован в двухстенном криостате с экранно-вакуумной изоляцией. В криостате установлен эжектор для захлаживания обмотки до ее рабочей температуры перед пуском турбодетандера. Выполнены трубопровод отвода расширенного газа из внутреннего объема криостата и трубопровод подачи сжатого газа с двумя клапанами, один из которых подключен к коллектору подачи сжатого газа в форкамеры, а другой - к эжектору. Техническим результатом является упрощение конструкции и повышение надежности работы турбодетандера.

Широко известна традиционная конструкция воздушных турбодетандеров, содержащая консольное колесо с радиальным выходом, масляные опоры скольжения с принудительной смазкой и торможением электрогенератором через понижающий редуктор (см. Техника низких температур. Издательство «Энергия» 1964 г., стр. 382, рис 7-83). Основной недостаток приведенного аналога заключается в том, что надежные конструкции турбодетандеров можно

создать только на низкое и среднее давление при больших расходах перерабатываемого газа.

Известна конструкция гелиевого турбодетандера, состоящего из корпуса и двух радиально-упорными газостатическими подшипниками, жесткого вала с размещенными на противоположных концах турбинного колеса и колеса тормозного компрессора (см. Техника низких температур. Издательство «Энергия» 1964 г., стр. 385, рис 7-87).

К основным недостаткам указанной конструкции турбодетандера можно отнести:

- конструктивную сложность и низкую надежность обусловленные трудностями, связанными с созданием виброустойчивых радиальных опор скольжения при высоких рабочих частотах вращения вала и упорных подшипников для разгрузки осевых усилий;

- дополнительный отбор рабочего газа, составляющий до 10% от производительности компрессора, для работы газостатических подшипников скольжения и радиально-упорных подшипников.

Наиболее близкой по технической сущности является турбодетандер, содержащий корпус с двумя радиально-упорными и скольжения подшипниками, вал с турбинными колесами, расположенными по обе стороны тормозного устройства тыльными сторонами друг к другу. В данной конструкции осуществляется полная разгрузка вала от осевых усилий только в расчетном режиме работы турбодетандера, и поэтому для обеспечения безопасности в конструкции сохранены и упорные подшипники, работающие в пусковых и переходных режимах работы.

Цель изобретения - упрощение конструкции и повышение надежности.

Поставленная цель достигается тем, что в турбодетандере, содержащем корпус с двумя радиально-упорными и скольжения подшипниками, вал с турбинными колесами, расположенными по обе стороны тормозного устройства тыльными сторонами друг к другу, при этом колеса пневматически соединены последовательно и выполнены разного диаметра, торцевые крышки турбинных колес, выполненные с разными направляющими аппаратами и форкамерами для сжатого рабочего газа, коллектор подачи газа на первое турбинное колесо, промежуточный коллектор между ступенями, коллектор выхода расширенного газа из второго рабочего колеса, в корпусе выполнены два газодинамических подшипника скольжения, а турбинные колеса пневматически соединены параллельно, при этом турбинные колеса,

направляющие аппарата и форкамеры выполнены идентичными.

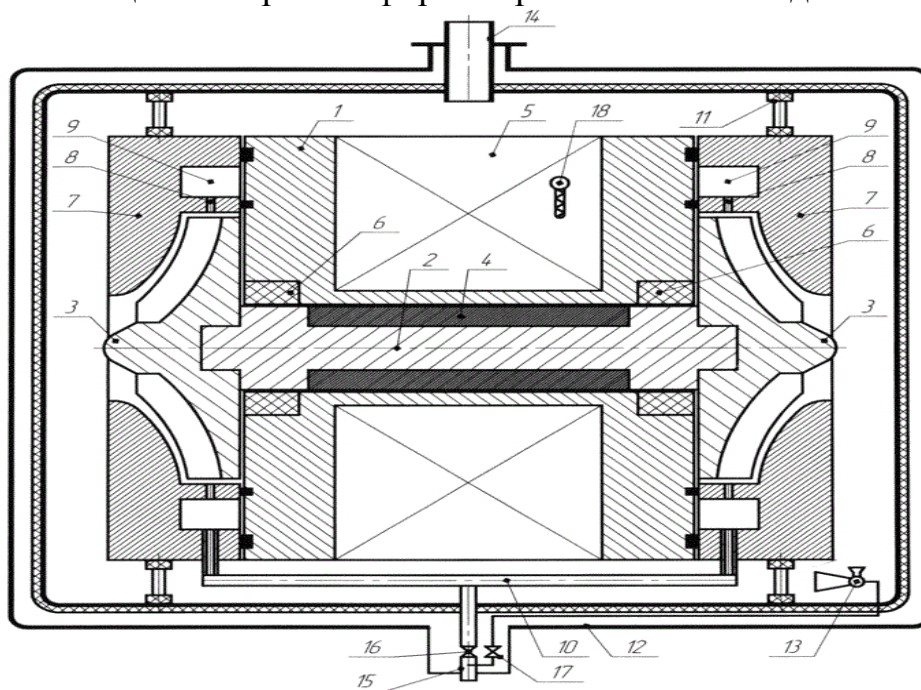


Рисунок 1 – Турбодетандер в разрезе.

На чертеже показан разрез предлагаемого турбодетандера, состоящего из корпуса 1, вала 2 с двумя идентичными турбинными колесами 3, установленными по обе стороны тормозного устройства, выполненного в виде высокоскоростного электрогенератора, при этом на валу 2 установлены диаметрально противоположно постоянные магниты 4, а в корпусе 1 - обмотка 5, изготовленная из сверхпроводника, при этом в качестве постоянных магнитов могут, например, использоваться магниты, изготовленные из редкоземельных металлов, которые обладают в широком диапазоне температур высокой остаточной намагниченностью, удельной магнитной энергией, коэрцитивной силой, а обмотка в зависимости от условий эксплуатации турбодетандера может быть изготовлена либо из классического сверхпроводника на основе ниобия, либо из проводника, обладающего высокотемпературной сверхпроводимостью, т.е. более высокой критической температурой перехода.

В корпусе 1 детандера размещены также два газодинамических подшипника 6 скольжения и с обеих сторон турбинных колес 3 на корпусе 1 закреплены торцевые крышки 7 с идентичными направляющими аппаратами 8 и форкамерами 9, соединенные общим коллектором 10 подачи сжатого газа. Детандер с помощью опор 11 смонтирован в двухстенном криостате 12 с высоковакуумной изоляцией, а кроме того в нем размещен эжектор 13 для охлаждения

обмотки 5 до ее рабочей температуры перед пуском турбодетандера, а также выполнены трубопровод 14 отвода расширенного газа из внутреннего объема криостата 12 в криогенную установку (на чертеже не показана) и трубопровод 15 подачи сжатого газа из криогенной установки с начальной температурой ниже рабочей температуры сверхпроводника, из которого выполнена обмотка 5.

На трубопроводе 15 установлены два параллельных клапана, из которых один клапан 16 подключен к общему коллектору 10 подачи сжатого газа в форкамеры 9, а другой клапан 17 - к эжектору 13 для охлаждения обмотки в предпусковой период, контроль температуры которой осуществляется с помощью датчика 18, встроенного в конструкцию обмотки.

Применяя предложенную установку можно осуществлять непрерывное охлаждение газа на полную мощность, без потребления электроэнергии в отличие от существующих методов охлаждения газа, а так же разработанные экологические аспекты проектного решения позволят снизить негативное воздействие на окружающую среду вредных факторов.

Список использованных источников:

1. Омелянюк М.В., Пахлян И.А., Бондаренко Л.Ю. “Энергосбережение при эксплуатации АВО газа” // Сборник тезисов по материалам международной конференции “Наука и технологии в нефтегазовом деле” 2018. С. 175-177.

2. ПАО «Газпром» Общество с ограниченной ответственностью «Газпром ПХГ» // Выписка из технологического регламента Подземного хранилища газа филиала ООО «Газпром ПХГ» «Краснодарского УПХГ». с. Успенское, 2019 г.; С. 199

3. Сидягин А.А., Расчет и проектирование аппаратов воздушного охлаждения: учеб. пособие/ А.А. Сидягин, В.М. Косырев. - Н.Новгород: НГТУ, 2009. - 150 с.

4. ГОСТ Р 51364-99. Аппараты воздушного охлаждения. Общие технические условия.

5. Турбодетандеры и оборудование компрессорных станций. Ч.1 /А.С. Хоменко, А.Г. Волон, С.К.Чернов - учебное пособие, ХАИ,2005. -64с

6. Природный газ - физические свойства Электронный ресурс: <http://mingas.ru/2010/07/prirodnyj-gaz-fizicheskie-svoystva/>