

УДК 62-54

Особенности регулирования нагнетателей вихревого типа

С.Ю. Гунбин

Студент, кафедры «Вакуумная и компрессорная техника»

МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия

Научный руководитель: Сергеев В.Н., к.т.н., доцент кафедры «Вакуумная и компрессорная техника» МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Россия

МГТУ им. Н.Э. Баумана

gunbinstanislav@gmail.com

ВВЕДЕНИЕ

Регулирование центробежных компрессорных машин осуществляют следующими способами[1]:

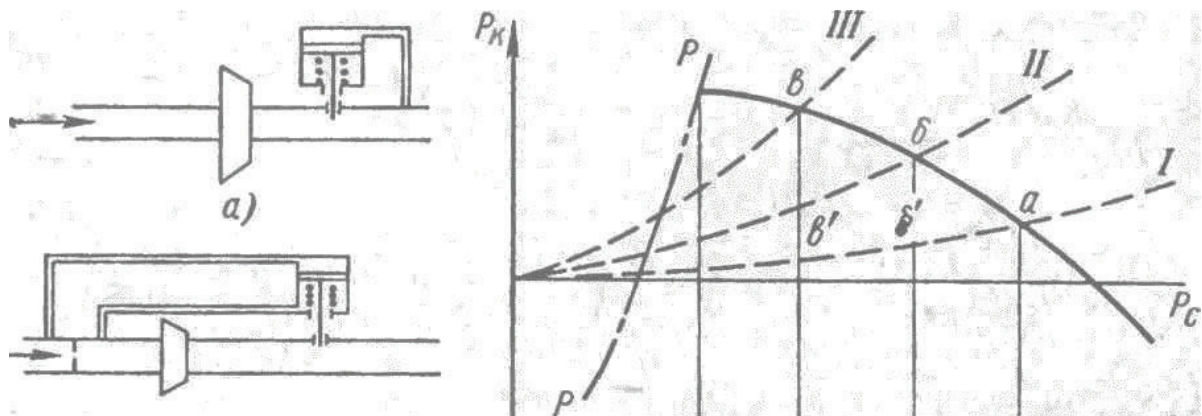
- 1) дросселированием потока газа во всасывающем или нагнетательном трубопроводе;
- 2) изменением скорости вращения;
- 3) поворотом лопаток входного направляющего аппарата;
- 4) поворотом лопаток диффузора;
- 5) частичным выпуском нагнетаемого газа в атмосферу или перепуском его на всасывание;

РЕГУЛИРОВАНИЕ ДРОССЕЛИРОВАНИЕМ НА НАГНЕТАНИИ

Характеристика машины при регулировании дросселированием на нагнетании остается неизменной, а новый режим работы достигается изменением характеристики сети. Это наиболее простой способ регулирования.

На рис. 1а показана схема регулирования дросселированием на нагнетании при

Наибольший расход при заданном давлении p_c в конце сети и характеристике сети при полностью открытом дросселе, изображенной кривой I, равен $V_{\theta \max}$ (точка a на рис. 1, e). Наименьший расход $V_{\theta \min}$ ограничен точкой помпажа (P — P — граница помпажа).



а — схема системы регулирования для поддержания постоянного давления путем дросселирования на нагнетании; б — схема системы регулирования для поддержания постоянного расхода путем дросселирования на нагнетании; в — газодинамические характеристики центробежной машины при регулировании дросселированием на нагнетании

Аналогично, чтобы обеспечить давление p_c при расходе V''_0 , необходимо прикрывать дроссель на нагнетании до тех пор, пока перепад в дросселе не станет равным величине,

соответствующей отрезку ω — ω а характеристика сети вместе с потерями в дросселе изобразится кривой *III*.

Таким образом, при неизменной скорости вращения можно получить любую производительность V_0 , меньшую, чем $V_{0 \max}$ до помпажной границы. Дросселирование на нагнетании — неэкономичный способ регулирования; потери будут тем большими, чем больше перепад давлений в дросселе. Кроме описанного способа регулирования центробежных машин используются и такие как дросселирование на всасывании, изменение числа оборотов, регулирование поворотом входных направляющих лопаток и лопаток диффузора, регулирование перепуском газа и ступенчатое регулирование. Наиболее экономичным способом для центробежных является регулирование изменением числа оборотов.

ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВИХРЕВЫХ МАШИН

Способы регулирования вихревых машин отличаются от способов регулирования центробежных. Эти различия обусловлены особенностями их работы. Вихревые машины отличаются особым способом передачи энергии от колеса к газу.[2] И вследствие этого - устойчивой работой машины во всем диапазоне характеристик и нечувствительностью к помпажу, простотой конструкции (отсутствие ОНА, диффузора и т.д.), но относительно низким КПД.

Вследствие этих отличительных особенностей, мы не можем регулировать вихревую машину методом поворота входных направляющих лопаток и поворотом лопаток диффузора. Так же, из-за отсутствия помпажной области, отпадает надобность в перепуске газа (антипомпажное регулирование).

При регулировании методами дросселирования на всасывании и нагнетании, а так же методом изменения числа оборотов, увеличивается диапазон изменения регулируемых параметров.

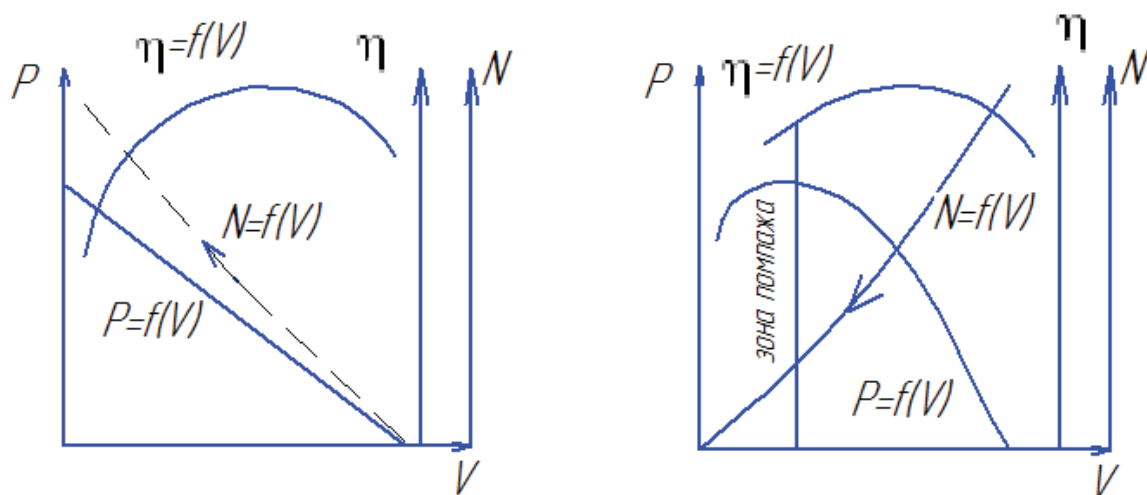


Рис. 2. Характеристики вихревой и центробежной машины соответственно

В случае регулирования дросселированием на нагнетании для центробежных компрессоров, при снижении производительности снижается и мощность машины (рис. 2б). При применении этого метода к вихревым машинам, в случае уменьшения производительности увеличивается мощность машины (рис. 8а). Вследствие этого, дросселирование на нагнетании (как и дросселирование на всасывании) является крайне неэкономичным способом регулирования вихревых машин.

Способ регулирования изменением числа оборотов применим и используется для регулирования вихревых машин. Очень часто для регулирования вихревых нагнетателей газ попросту сбрасывается в атмосферу. Этот метод неэкономичен, но наиболее прост в использовании.

Одним из способов повышения КПД вихревой машины является способ введение кольцевой заслонки в зону нагнетания, исследованный в МГТУ им. Баумана.[3] Существенное влияние на эффективность работы вихревой ступени оказывает процесс переноса сжатого нагретого газа через отсекающий с нагнетания на всасывание, что является основной причиной низкого КПД вихревой ступени. Уменьшая количество “балластного” газа, можно ожидать повышения эффективности работы вихревой ступени. Экономия может быть получена, если часть балластного газа изъять из межлопаточного пространства рабочего колеса еще в зоне нагнетания, направив его в нагнетательный патрубок. Для решения этой задачи предложено устанавливать на входе в лопатки рабочего колеса в зоне нагнетания кольцевую заслонку в окружном направлении.

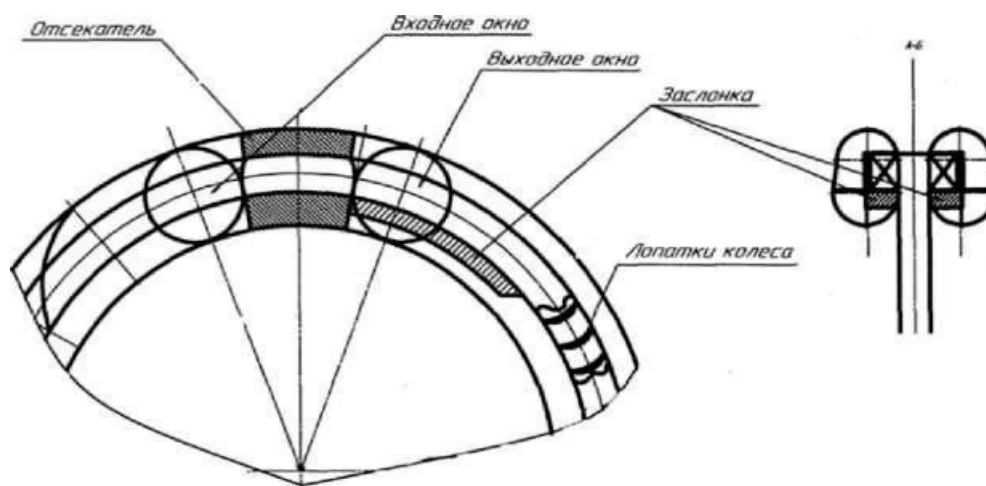


Рис. 9. Схема вихревой ступени с кольцевой заслонкой в зоне нагнетания

Введение заслонки увеличивает КПД на 24% (при угле установки 50 градусов), практически не снижая напорную характеристику. Увеличение длины отсекаателя приводит к увеличению сопротивления в зоне нагнетания, что уменьшает КПД. Оптимальное отношение длины заслонки к длине канала 0,095.

Введение заслонки в зоне нагнетания может быть использовано как простой способ регулирования вихревой машины. Изменяя длину заслонки, мы можем изменять характеристики машины. Следует отметить, что изменение длины заслонки должно происходить в определенном интервале значений, для того чтобы КПД машины был приемлемым.

Этот способ регулирования является перспективным вследствие своей простоты и дешевизны. Так же само по себе введение заслонки увеличивает КПД машины.

Список литературы

1. Ф.М. Чистяков, В.В. Игнатенко – «Центробежные компрессорные машины» Москва 1969.
2. В.Н. Хмара – «Теория и расчет вихревых вакуумных компрессоров».
3. «Вакуумная, компрессорная техника и пневмоагрегаты» - сборник трудов II Всероссийской студенческой научно-практической конференции. Кафедра Э5 МГТУ им. Н.Э.Баумана; ЗАО «Атлас Копко».