

УДК 62-522.7.001.24

Способы снижения механических потерь в ротационно-пластинчатых машинах

Прудников Сергей Николаевич, кандидат технических наук,
доцент кафедры "Вакуумная и компрессорная техника"

Новгородская Алла Викторовна, старший преподаватель кафедры "Физика"

Шадрин Владислав Сергеевич, аспирант кафедры "Вакуумная и компрессорная техника"
МГТУ им. Баумана

В работе рассмотрены способы разгрузки силовых факторов в ротационно-пластинчатых машинах с целью снижения механических потерь на трение пластин о корпус машин. Приведены схемы экспериментальных кривых. Показана эффективность применения разгрузки с помощью электромагнитных сил.

Ключевые слова: мощность, крутящий момент, цилиндр, постоянный магнит, пневматический привод.

Methods for reducing mechanical losses in rotary-plate machines

Prudnikov S. N., Novgorodskaiy A. V., Shadrin V. S.

The paper deals with the methods of unloading power factors in rotary-plate machines in order to reduce the mechanical loss of friction plates on the machine body. Schemes of experimental curves are given. Efficiency of application of unloading by means of electromagnetic forces is shown.

Keywords: power, torque, cylinder, permanent magnet, pneumatic actuator.

Введение

Анализ рабочих характеристик РПМ показывает, что машины без смазки рабочей полости обладают высокими затратами мощности на трение движущихся пластин, которые доходят до 30-40% от подводимой мощности. Особенно эти относительные затраты наиболее сильно сказываются в малорасходных РПМ и РПМ, работающих в качестве вакуум-насоса.

Совершенствование конструкции РПМ, направленное на улучшение их основных технико-экономических показателей, уменьшение затрат мощности на трение, увеличение срока службы машин, уменьшение износа ее отдельных частей и понижение коэффициента откачки и КПД, предусматривает применение: неметаллических пластин из самосмазывающихся материалов или улучшение их смазки, разгрузочных колец. Снижение затрат мощности производится установкой наклонных пластин в РПМ, выбором малых коэффициентов трения материалов с высокой чистотой поверхности трения и уменьшением числа пластин, а в других случаях используется специальные методы их установки. Применение неметаллических пластин обуславливает специальные требования к трущимся материалам, которые при этом характеризуются повышенным износом.

Ранее авторами было показана методика расчета механических потерь от трения пластин по цилиндру РПМ. Рассмотрено влияние различных силовых факторов на трение пластин о цилиндр ротационно-пластинчатой машины (РПМ). Приведены способы разгрузки силовых факторов с целью снижения механических потерь мощности. Даны схемы экспериментальных установок, приведены результаты исследований.

Ранее было показано, что для уменьшения трения пластин по цилиндру необходимо приложить дополнительную противодействующую силу $F_{пр}$ приложенную к концу пластины и направленную вдоль оси к центру.

Известны различные способы уменьшения трения пластин о цилиндр: установка разгрузочных колец, вращение цилиндра вместе с пластинами, подбор материала пары пластина-цилиндр. Одним из перспективных способов разгрузки (уменьшение величины центробежной силы F) является применение противодействующих магнитных сил.

На рис.1 представлена схема применения отжимных пластин. Основными элементами отжима пластин являются магнитные вставки.

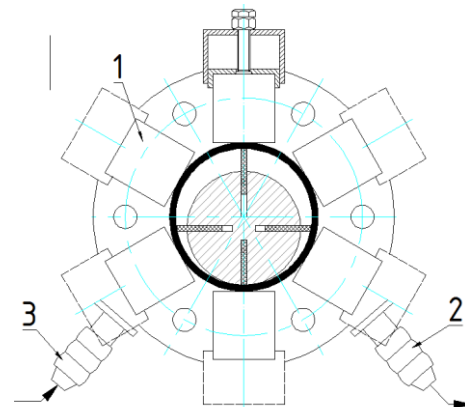


Рис.1 Схема опытного образца РПМ с магнитным отжимом пластин: 1- магнитная вставка, 2- нагнетательный штуцер, 3 – всасывающий штуцер.

Следует отметить, что пластины выполнены из магнитных материалов. Отжим пластин к центру осуществляется за счет магнитным взаимодействием двух постоянных магнитов с одинаковыми полюсами. Два магнита отталкиваются друг от друга, тем

самым снижая прижимание пластин к цилиндру. Опытный образец РПМ с магнитным отжимом пластин был экспериментально испытан на стенде и показал хорошие результаты по снижению мощно-

сти трения. Общий вид экспериментального стенда для снятия объемных и энергетических характеристик РПМ показан на рис.2.

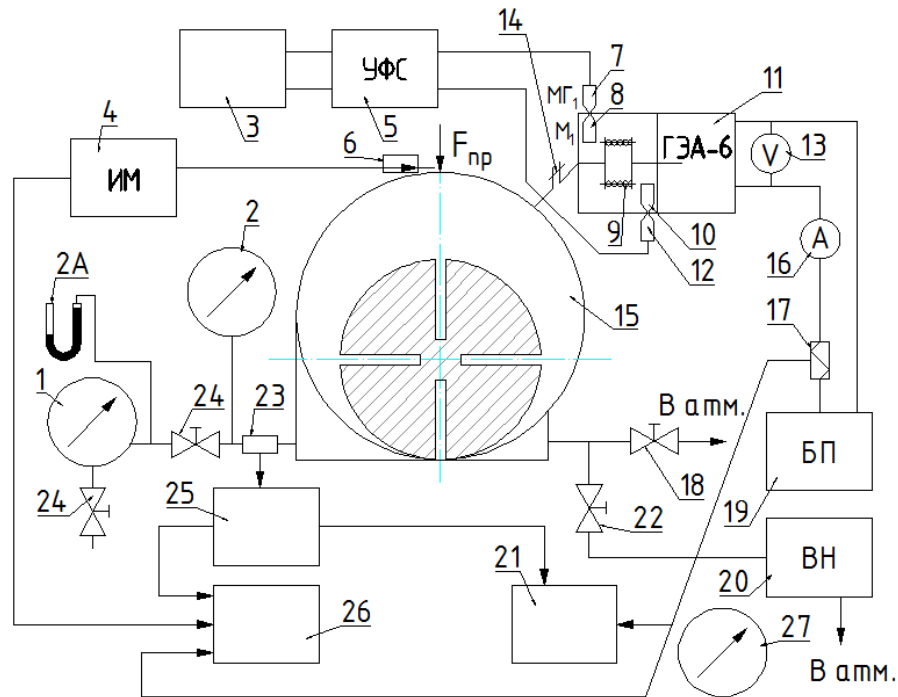


Рис.2 Схема экспериментального стенда. 1- газовый счетчик, 2 – вакуумметр образцовый, 2А – водяной V-образный манометр, 3- частотомер, 4 –измерительный пост, 5 – усилитель-формирователь сигнала, 6 – датчик перемещения магнита, 7 – магнитная головка, 8 – постоянный магнит А, 9 – измерительная муфта, 10 – постоянный магнит Б, 11 – двигатель постоянного тока, 12 – магнитная головка, 13 – вольтметр, 14 – предохранительная муфта, 15 – РПВН, 16- амперметр, 17 – датчик потока, 18 – вентиль, 19 – блок питания, 20 –вакуумный насос, 21 – вольтамперметр цифровой, 22,24 – вентиль, 23 – датчик давления, 25 – индикатор, 26 – осциллограф, 27 – барометр.

Экспериментальные исследования проведены на стенде позволили определить объемные и энергетические характеристики малорасходных машин в условиях изменения компенсационных магнитных и центробежных сил на пластины, числа пластин, в широком диапазоне угловых скоростей вращения ротора. Испытания вакуум-насоса проводились как в режиме полного вакуумирования до давления $P < 133 \text{ Па}$, так и в эксгаустерном режиме.

В процессе экспериментального исследования определялись следующие параметры:

- 1) угловая скорость и частота вращения ротора вакуум-насоса.
- 2) напряжение на клеммах двигателя вакуум-насоса.
- 3) ток, потребляемый двигателем.
- 4) давление воздуха на всасывании.
- 5) давление воздуха в рабочей полости.
- 6) барометрическое давление и температура воздуха в лаборатории.
- 7) крутящий момент на валу машины
- 8) коэффициент трения используемых материалов
- 9) производительность машины.

Экспериментальный стенд включал в себя исследуемый образец пластинчато-роторного насоса, который присоединялся к электродвигателю постоянного тока через герметичную измерительную муфту.

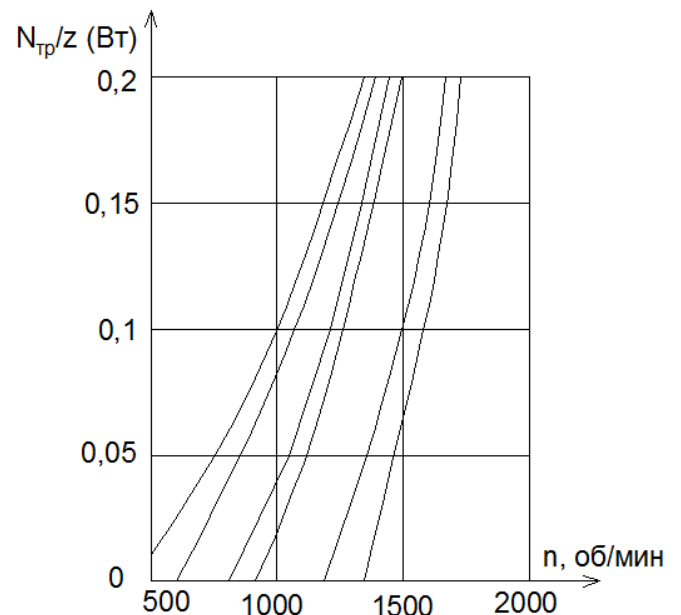


Рис. 3 Зависимость мощности трения пластин при изменении силы магнитного взаимодействия и числа оборотов ротора.

Величина магнитной силы $F_{пр}$ контролировалась по результатам замера зазора между магнитом и

цилиндром РПВН микрометрическим винтом, установленным рядом с датчиком зазора, а величина зазора с датчика подавалась через измерительный мост на вход осциллографа. На рис.3 представлены экспериментальные зависимости мощности трения РПМ при измерении частот вращения ротора для различных значений сил магнитного взаимодействия. Изменение зазоров при подъеме магнитных сегментов осуществлялось регулировочными винтами. Этот зазор между каждым из шести элементов и цилиндрической втулкой регулировался в пределах от 0 до 20 мм. Толщина цилиндрической втулки составляет 0,4 мм. При минимальной величине зазоров величина

на отталкивающей магнитной силы достигает максимальной величины, что существенно уменьшает силу трения пластин о втулку.

$1 - \delta = \delta_0 = 0,4$ мм; $2 - \delta = 1,38$ мм; $3 - \delta = 7,59$ мм; $4 - \delta = 8,62$ мм; $5 - \delta = 16,2$ мм; $6 - \delta \rightarrow \infty$.

Вывод:

Экспериментальные исследования опытных образцов РПМ с магнитным отжимом пластин показали существенные возможности снижения трения пластин о цилиндр и возможность применения машин со значительным уменьшением мощности привода.

Литература:

1. Лубенец В.Д. Определение механических потерь в ротационных вакуумных насосах и компрессорах и расчет пластин на прочность. Сборник №95. Машизд.1960.
2. Головинцов А.Г. ротационные компрессоры. Машиностроение. М., 1964г.
3. Васильев В.Н., Трунов Г.Н. К вопросу определения механических потерь в пазах ротора в ротационных вакуум-компрессорах. Журнал ВНИИТИ, «Технология машиностроения.», 1977, №11
4. Зеленецкий С.Б. и др. «Ротационные пневматические двигатели» изд. Машиностроение., 1976 г.
5. Зиневич В.Д., Гешлин Л.А. «поршневые и шестеренчатые пневмодвигатели горно-шахтного оборудования». М. Недра, 1982 г. -199с.
6. Никитин О.Ф. Гидравлика и Гидропневмопривод. Учебник-М.: Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2010 -414 с.
7. Попов Д.Н. Динамика и регулирование гидро- и пневмосистем (Д.Н. Попов, Междун. Симп. Казань, 5-7 декабря, 2006 – с.152-159. 2, Краус, М. Измерительные информационные системы.
8. Егупов Н.Д. Пупков К.А. Гаврилов А.И. , Коньков В.Г. Нестационарные системы автоматического управления.(под ред.Пупкова К.А., Егупова Н.Д.), Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2007,632с
9. Badr H.M., Ahmed W.H. Pumping Machinery Theory and Practice. John Wiley & Sons, Ltd., 2015. 392 p.
10. Krivts I.L., Krejnin G.V. Pneumatic Actuating Systems for automatic equipment: structure and design. CRC Press, Taylor & Francis Group, 2006. XX, 345 p.
11. Прудников С.Н., Новгородская А.В., Шадрин В.С. Динамические характеристики ротационно-пластинчатого пневмодвигателя. Евразийское Научное Объединение. 2018. Т. 1. № 12 (34).
12. Прудников С.Н., Новгородская А.В., Шадрин В.С. Об уменьшении мощности трения в машинах ротационного типа. Евразийское Научное Объединение. 2018. Т. 1. № 4 (38).