

УДК 62-522.7.001.24

Экспериментальное исследование 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 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 методики и результаты исследований.

Ключевые слова: пневматический привод, исполнительный механизм, регулирующая дроссельная заслонка, клапан.

Experimental study of mechanical losses in rotary-plate machines

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

The paper considers the influence of various force factors on the friction of the plates on the cylinder of a rotary-plate machine (RPM). The methods of unloading power factors in order to reduce mechanical power losses are given. Schemes of experimental installations are given, methods and results of researches are resulted.

Keywords: pneumatic actuator, actuator, throttle control flap, valve.

Введение

Ранее авторами было показана методика расчета механических потерь от трения пластин по цилиндру РПМ.

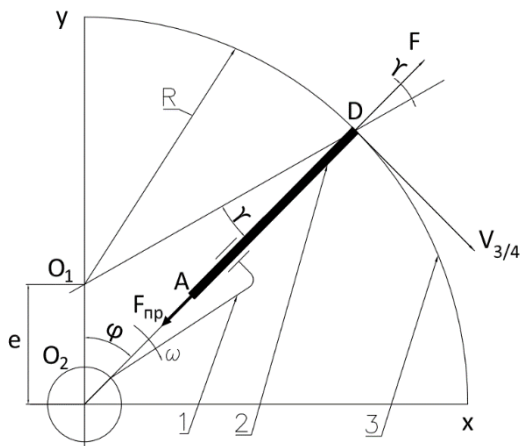


Рис.1 Расчетная схема РПМ,

Где O_1 – центр цилиндра, O_2 – центр ротора, 2 – ротор, 3- пластина АД, 4 – цилиндр, H – высота пластины, R – радиус цилиндра, r – радиус ротора, e – эксцентриситет, $\epsilon = e/R$ относительный эксцентриситет, φ – угол поворота ротора, μ_1 – коэффициент трения между пластиной и пазом ротора, μ_2 – коэффициент трения между пластиной и цилиндром, ω_1 – скорость пластины относительно ротора, ω_2 – скорость пластины относительно цилиндра, a – ускорение пластины относительно ротора, α – центростремительное ускорение центра

массы пластины, α – интенсивность нагрузки на пластину от силы кориолиса, α – интенсивность нагрузки от перепада давлений в соседних ячейках, F – суммарная сила, действующая на пластину вдоль текущего радиуса-вектора, H , – общая суммарная сила при действии внешних сил на пластину.

Известно что для уменьшения трения пластин по цилиндру необходимо приложить противодействующую силу $F_{пр}$ (рис.1), приложенную к концу пластины в точке A вдоль оси к центру O_2

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.2 представлена перспективный опытный образец РПМ с магнитным отжимом пластин.

Основным элементом отжима пластин является магнитная вставка 4.

Изменение зазоров при подъеме сегментов (4) над цилиндрической втулкой (2) осуществлялось регулировочными винтами (5), а величина подъема замерялась микрометрами(6). Этот зазор между каждым из шести сегментов и цилиндрической втулкой регулировался в различных пределах. Толщина цилиндра втулки составляла 0.4 мм. Между шайбами (8), расположенными на роторе, крышкой (7) и вкладышами (14) обеспечивался суммарный зазор в сборе не более 0,2 мм, а между пластинами (3) и торцевыми крышками (7) и (13) – не более 0,1 мм.

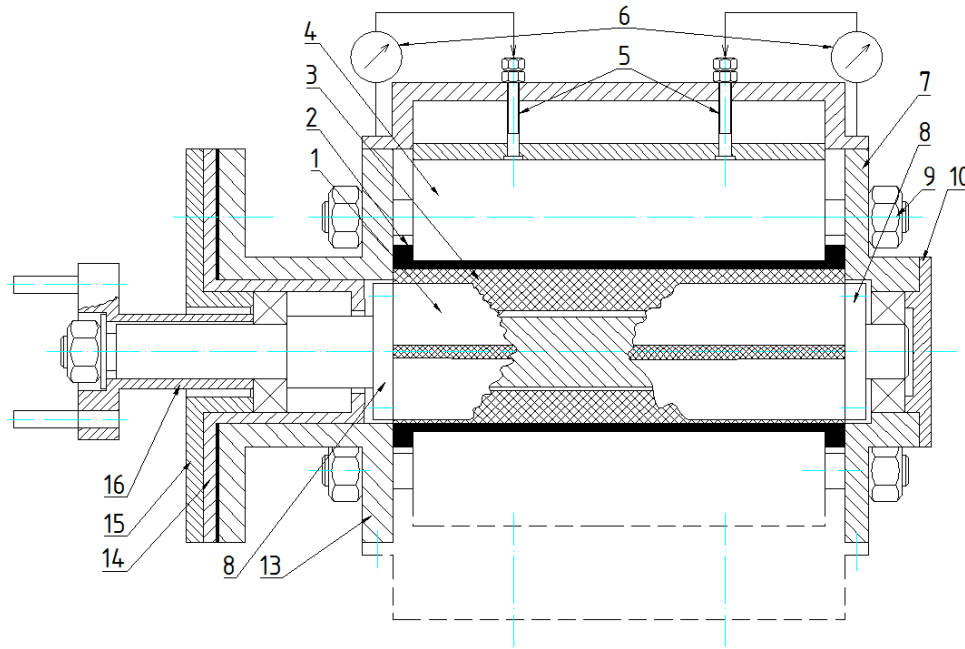


Рис.2 Опытный образец РПМ с магнитным отжимом пластин.

Регулирование торцевого зазора подшипниковых узлов осуществлялось прокладками между крышками (7,10) и (14,15). В торцевой крышке (7) были расположены всасывающий и нагнетательный каналы, соединяющие рабочую полость РПМ с нагнетательным (11) и всасывающим (12) патрубками машины. Сборка и разборка РПМ осуществлялась без отсоединения муфты (16) на роторе двигателя. Шпильки (9) стягивали торцевые крышки (7), (13) с тонкостенной втулкой (2). Все детали РПМ (кроме

подшипников были изготовлены из немагнитных материалов для устранения влияния на магнитное взаимодействие пластин с сегментами. Для торцевых и подшипниковых крышек был применен алюминиевый сплав Д16Т, а для ротора и цилиндрической втулки – сталь Х18Н9Т.

На рис.3 представлены экспериментальные зависимости изменения удельной мощности p_e в зависимости от коэффициента компенсации K при различных оборотах ротора.

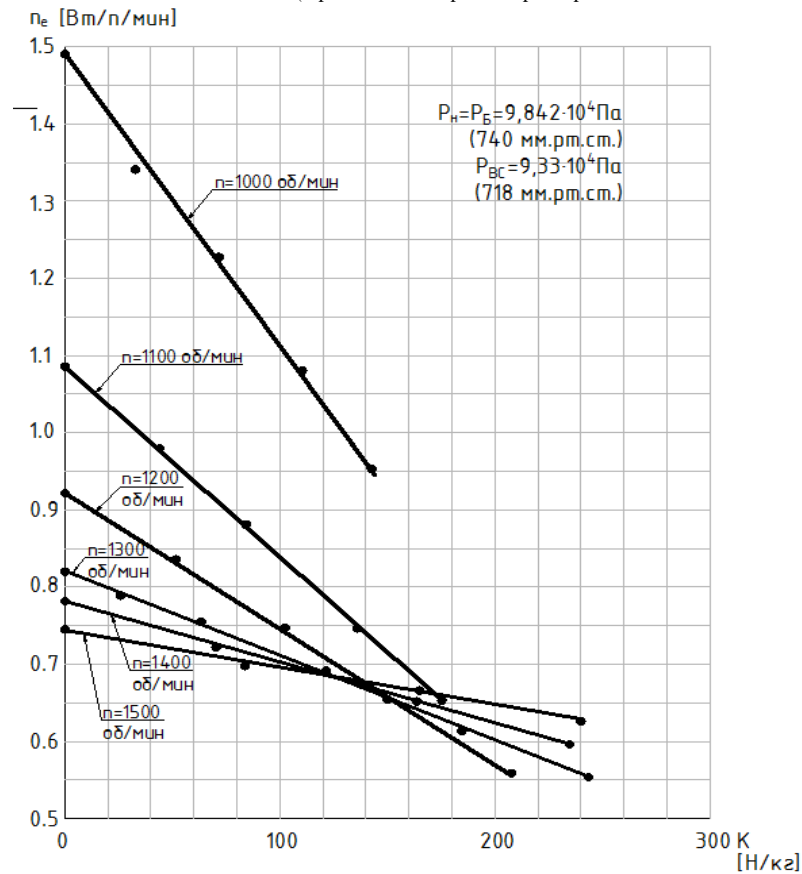


Рис.3 Экспериментальные зависимости $p_e=f(K)$

Удельная мощность Ne на валу к объемной производительности машины, а коэффициент компенсации — это отношение противодействующей силы к массе пластин: $K = F_{пр} / m$. Он характеризует степень совершенства РПМ при применении различных магнитных материалов, а так же быстроходность машины. Чем выше коэффициент K , тем при больших угловых способностях вращения

ротора возможна эффективная компенсация центробежных сил силами магнитного противодействия.

Вывод: На основании проведенных экспериментальных исследований можно сделать вывод, что применяя способ магнитной разгрузки, можно существенно снизить силы трения пластины о цилиндр и уменьшить мощность 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. Расчет механических потерь ротационно-пластинчатых машинах. Евразийское Научное Объединение. 2018. Т. 1. № 11 (45).