

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ В РОТАЦИОННЫХ ПЛАСТИНЧАТЫХ МАШИНАХ

Вертепов Ю. М., доцент; Бершадский Д. А., студент

Пластинчатые ротационные машины (ПРМ) относятся к машинам объемного принципа действия с нерегулируемым газораспределением через окна. Их используют в качестве компрессоров, вакуумных насосов, пневмодвигателей и детандеров. Как компрессоры и вакуумные насосы они успешно конкурируют по экономичности в эксплуатации с объемными машинами других типов в интервале производительностей от 5 до 50 м³/мин. В качестве вакуумных насосов в одноступенчатом исполнении они достигают предельного остаточного давления до 1 Торр, а в качестве компрессоров их применяют при небольших перепадах давлений нагнетания и всасывания $\Delta p = p_n - p_{ac} = 0,3..0,4 \text{ МПа}$. В многоступенчатых компрессорных установках они применяются в качестве ступени низкого давления. При подаче в цилиндр масла компрессоры и вакуумные насосы бывают:

1) с капельной смазкой в количестве $(0,3..1,7) \cdot 10^{-4} \text{ кг/с}$ – для уменьшения работы трения;

2) с циркуляционной смазкой в количестве до 1 кг/с на $0,35..0,4 \text{ м}^2/\text{с}$ объемной производительности – для уплотнения внутренних зазоров, отвода теплоты сжатия и снижения температуры нагнетания, смазки и охлаждения элементов рабочей полости. Для уменьшения работы трения пластин в ПРМ применяют разгрузочные кольца, вставляемые в цилиндр, или делают пластины не радиальными, а с наклоном в направлении вращения ротора.

К преимуществам ПРМ относятся: простота конструкции, уравновешенности, равномерность подачи сжатого газа, надежность в эксплуатации, низкая стоимость изготовления. Недостатками ПРМ являются: ограниченный срок службы пластин, ограничения быстроходности допустимой скорости скольжения пластин, небольшие перепады давлений нагнетания и всасывания, ограниченные прочностью пластин.

Мощность механических потерь в ПРМ без разгрузочных колец равна, кВт:

$$N_M = N_1 + N_2 + N_3 + N_4,$$

где N_1 – потери мощности на трение пластин в пазах ротора;

N_2 – потери на трение пластин о цилиндр;

N_3 – потери мощности на трение в подшипниках;

N_4 – потери мощности на трение в уплотнении вала.

Обычно принимают, что $N_4 \cdot N_3$. Обе эти составляющие мощности трения невелики и в сумме не превышают 2...3% от N_M , поэтому при

анализе механических потерь мощности в ПРМ их можно не учитывать. Выражения для потерь мощности N_1 и N_2 были получены, исходя из кинематики движения пластин. При их анализе принималось, что они складываются из потерь мощности трения от сил инерции и мощности трения от разности давлений Δp в соседних рабочих ячейках, а угол наклона пластин изменялся в пределах $0^\circ \leq \psi \leq 30^\circ$, (угол $\psi = 0^\circ$ соответствует радиальным пластинам). Потери мощности на трение оценивались для серийно выпускаемого ротационного пластинчатого вакуумного насоса РВН-25. Их зависимость от угла наклона пластин в машине без разгрузочных колец представлена в табл. 1.

Таблица 1 – Зависимость потерь мощности на трение от угла наклона пластин

ψ°	0	5	10	15	20	30
$N_{ин}$, кВт	39,9	84,5	79,9	74,8	69,2	57,2
$N_{\Delta p}$, кВт	170	171,3	175,3	181,8	190,8	216,1
N_1 , кВт	209,9	255,8	255,2	256,6	260,1	273,3
$N_{2ин}$, кВт	2562,3	2523,5	2446,8	2344,5	2189,3	1817
$N_{2\Delta p}$, кВт	227,2	229,5	233,4	238,5	245,7	267,1
N_2 , кВт	2789,5	2753	2680,2	2583	2484	2084,1
N_M , кВт	2999,4	3008,8	2935,5	2839,6	2694,9	2357,4

С возрастанием угла ψ от 5° до 30° потери мощности на трение уменьшаются по сравнению с радиальными пластинами. Зависимость потерь мощности на трение в зависимости от угла ψ для машины с разгрузочными кольцами представлена в табл. 2

Таблица 2 – Зависимость потерь мощности на трение от угла ψ

ψ°	0	5	10	15	20	30
N_1 , кВт	209,9	255,8	255,2	256,6	260,1	273,3
N_2 , кВт	14,24	14,24	14,24	14,24	14,24	14,24
N_M , кВт	224,2	270	269,4	270,8	274,3	287,6

Оптимальным углом наклона пластин для ПРМ с разгрузочными кольцами является угол $\psi = 10^\circ$. Мощность трения разгрузочных колец о цилиндр от угла наклона пластин не зависит. Сравнение результатов, представленных в таблицах, показывает, что наиболее эффективным способом снижения потерь мощности на трение, является применение разгрузочных колец как в случае радиальных, так и наклонных пластин.

Расчеты мощности трения выполнялись по программе, разработанной авторами.

Сучасні технології у промисловому виробництві : матеріали науково-технічної конференції викладачів, співробітників, аспірантів і студентів факультету технічних систем та енергоефективних технологій, м. Суми, 23-26 квітня 2013 р.: у 2-х ч. / Ред.кол.: О.Г. Гусак, В.Г. Євтухов. - Суми : СумДУ, 2013. - Ч.2. - С. 35-36.