

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Сучасні технології
у промисловому виробництві**

МАТЕРІАЛИ

**НАУКОВО - ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
ВИКЛАДАЧІВ, СПІВРОБІТНИКІВ,
АСПІРАНТІВ І СТУДЕНТІВ
ФАКУЛЬТЕТУ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ
ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
(Суми, 14–17 квітня 2015 року)**

ЧАСТИНА 2

Конференція присвячена Дню науки в Україні

Суми
Сумський державний університет
2015

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНЕЙ КРОМКИ ВСАСЫВАЮЩЕГО ОКНА ЖИДКОСТНО-КОЛЬЦЕВОЙ МАШИНЫ НА ЕЕ ОБЪЕМНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Майборода Д. Ю., студент; Вертепов Ю. М., доцент

Жидкостно-кольцевая машина относится к объемным машинам с внутренним сжатием и принудительным осевым газораспределением через окна, поэтому формы окон во многом определяют ее характеристики. Объемная характеристики определяется правильной организацией процесса всасывания, для которого большое значение имеет форма внешней кромки всасывающего окна. С возрастанием отношения давлений коэффициент подачи машины быстро снижается. Наиболее заметно с возрастанием отношения давлений снижается коэффициент плотности, связанный с перетечками сжимаемого газа с нагнетания на всасывание через торцовые зазоры. На их величину влияет не только величина зазоров и разность давлений нагнетания и всасывания, но и размеры окон, с которыми связана площадь перетечек. Для уменьшения этих перетечек в торцовые зазоры машины подается рабочая жидкость, или торцы рабочего колеса частично закрывают дисками, концентричными его втулке, или на торцовых поверхностях втулки колеса и лопаток выполняют канавки в качестве лабиринтных уплотнений.

Наибольшие угловые и радиальные размеры имеет всасывающее окно, из-за чего его площадь значительно больше, чем у нагнетательного окна. При проектировании жидкостно-кольцевой машины обычно принимается, что наружная кромка всасывающего окна повторяет очертания внутренней поверхности жидкостного кольца на участке всасывания. Пусть угол φ - угол поворота колеса, отсчитываемый в направлении его вращения от сечения машины, где зазор между колесом и внутренней стенкой цилиндра наименьший. Если обозначить угол открытия окна всасывания через $\varphi_{\text{от}}$, а угол его закрытия через $\varphi_{\text{м}}$, то с увеличением угла φ его площадь возрастает до угла $\varphi = \varphi_{\text{м}} - \frac{2\pi}{Z}$, где Z – число лопаток колеса, а затем на угле $\varphi_{\text{яч}} - \frac{2\pi}{Z}$, равном угловому размеру рабочей ячейки, она снижается до нуля.

При этом площадь отдельно взятой рабочей ячейки $F_{\text{яч}}$ увеличивается до $\varphi = 180^\circ$. Скорость изменения площади рабочей ячейки $\frac{dF_{\text{яч}}}{d\varphi}$ в угловых пределах окна всасывания возрастает и достигает наибольшего значения $\left(\frac{dF_{\text{яч}}}{d\varphi}\right)_{\text{max}}$ при углах $90^\circ < \varphi < 120^\circ$.

Скорость газа в окне всасывания равна:

$$C_o = \frac{\omega_B}{F_o} \cdot \frac{dF_{\text{яч}}}{d\varphi}, \text{ м/с.}$$

Она постоянно снижается по мере открытия окна всасывания от $\varphi = \varphi_{вс}$ до нуля при $\varphi = \varphi_m$ и в течение всего процесса всасывания значительно ниже допустимой скорости $[C_o] = 40...50$ м/с. Уменьшение размеров окна всасывания позволяет уменьшить площадь, по которой сжимаемый газ перетекает через торцовые зазоры, выровнять поле скоростей всасываемого газа в угловых пределах окна и тем самым увеличить полноту всасывания, т.е. повысить производительность машины.

Площадь всасывания можно рассчитать, разделив участок всасывания на угловые интервалы $\varphi_{яч} = \frac{2\pi}{Z}$ и считая, что в пределах каждого интервала внутренняя поверхность жидкостного кольца концентрична втулке колеса. Тогда площадь ячейки и перекрываемая ею часть площади окна определяется как разность площадей секторов с угловым размером $\varphi_{яч}$ и радиусами R и $r_{1ср}$:

$$F_o = \frac{\varphi_{яч}}{2} (R^2 - r_{1ср}^2), \quad \text{м}^2,$$

где R – радиус-вектор наружной кромки окна, м;
 $r_{1ср}$ – средний радиус втулки колеса.

С учетом выражения для C_o после преобразований получается формула для определения R :

$$R = \sqrt{\frac{Z\omega v}{\pi C_o} \cdot \frac{dF_{яч}}{d\varphi} + r_{1ср}^2}, \text{ м.}$$

Для серийно выпускаемого вакуумного насоса ВВН1-3, принимая $Z = 16$; $C_o = 45$ м/с; $v = 4r_{1ср}$; $\omega = 152$ с⁻¹ и пересчитывая масштаб производной $\frac{dF_{яч}}{d\varphi}$ в масштаб скорости $C_o(\varphi)$, величина R принимает значение $R = (1,07...1,3) r_{1ср}$.

Описанная этим радиусом внешняя кромка всасывающего окна обеспечивает более плавное распределение скоростей по всей угловой протяженности окна всасывания и ее легко изготовить технологически. При этом площадь окна всасывания уменьшается, а полнота всасывания увеличивается, что ведет к повышению производительности машины. Однако в верхнюю часть такого окна, где его внешняя кромка погружается в жидкостное кольцо, будет попадать жидкость из жидкостного кольца, занимая при этом часть полезного объема рабочей ячейки и уменьшая производительность машины, а потребляемая мощность при этом повысится. Для недопущения этого верхняя кромка всасывающего окна на этом участке окна должна выполняться в соответствии с очертаниями внутренней поверхности жидкостного кольца и его площадь при этом тоже уменьшится.