

УДК 621.5.041

С.Н. Ефремов, И.А. Шестакович

Севастопольский национальный технический университет

Студгородок, г. Севастополь, Украина, 99053

E-mail: root@sevgtu.sebastopol.ua

ПРОФИЛЬНЫЙ РАСЧЕТ ОБРАЗУЮЩИХ СПИРАЛЕЙ ХОЛОДИЛЬНОГО КОМПРЕССОРА

Проведен расчет образующих спиралей в зависимости от изменения орбитального угла для спирального холодильного компрессора кондиционера холодопроизводительностью 10 кВт при параметрах работы в стандартном режиме кондиционирования воздуха.

В середине 90-х годов на мировом рынке появились спиральные холодильные компрессоры для использования в диапазоне рабочих температур кипения от положительных до -20°C . По сравнению с применяемыми ранее поршневыми герметичными компрессорами холодильные спиральные компрессоры (ХСК) обладают рядом явных преимуществ: высокая надежность и повышенный срок службы благодаря небольшому количеству деталей, участвующих в процессе сжатия хладагента; хорошая устойчивость к перегрузкам, малый пусковой момент и пусковые токи; низкий уровень шума из-за отсутствия клапанов и возвратно-поступательного движения деталей; очень высокий коэффициент подачи из-за отсутствия “мертвого” пространства; крайне малая вибрация вследствие плавного, непрерывного сжатия; стабильность работы компрессора при попадании в зону сжатия механических примесей, продуктов износа или жидкого хладагента; компактность и малый вес.

В практике отечественного компрессоростроения проектирование и создание ХСК отсутствует, хотя в России разработана методика расчета подобных компрессоров [1, 2].

Основными рабочими органами ХСК являются подвижная и неподвижная спирали. На рисунке 1 изображена неподвижная спираль А, одна из образующих которой является спиралью

Архимеда: $r = r_0 \cdot \varphi$, где r – полярный радиус вектор, φ

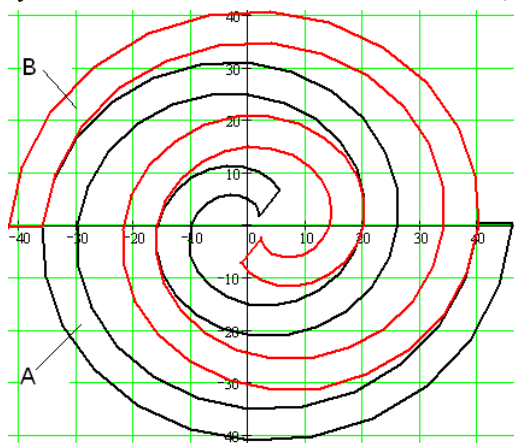


Рисунок 1 – Общий вид системы спиралей с параметрами $\varepsilon = 4 \text{ мм}$ и $r_0 = 3,185 \text{ мм}$

– полярный угол, отсчитываемый от полярной оси против часовой стрелки в положительном направлении; r_0 – шаг спирали.

Вторая образующая является огибающей спирали, уравнение которой имеет вид:

$$x = r_0 \cdot \varphi \cdot \cos \varphi - \frac{\varepsilon}{\sqrt{1 + \varphi^2}} \cdot (\sin \varphi + \varphi \cdot \cos \varphi);$$

$$y = r_0 \cdot \varphi \cdot \sin \varphi - \frac{\varepsilon}{\sqrt{1 + \varphi^2}} \cdot (\cos \varphi - \varphi \cdot \sin \varphi).$$

Подвижная спираль В является точной копией неподвижной спирали А, но она развернута на угол π относительно полярной оси, а начало ее внутренней образующей смещено относительно полюса О на расстояние ε , называемое эксцентриситетом. При таком расположении спиралей А и В, вследствие орбитального движения спирали В вокруг полюса О, полости будут перемещаться от краев к центру всей системы.

В настоящей работе представлен расчет образующих спиралей спирального холодильного компрессора в зависимости от изменения орбитального угла Θ , выполненный в Mathcad 2001.

Исходные данные

радиус начальной окружности спирали, мм	$r_0 := 3,185;$
эксцентриситет, мм	$\varepsilon := 4;$
высота спирали, мм	$h := 20;$
начальный угол спирали, рад.	$\varphi_1 := \frac{\pi}{4};$
конечный угол спирали, рад.	$\varphi_2 := 4\pi;$
шаг расчета, рад.	$\Delta \varphi := \frac{\pi}{12}; \Delta \theta := \frac{\pi}{12};$
число точек расчета при сжатии	$i_2 := \frac{\varphi_2 - 2\pi - \varphi_1}{\Delta \theta}; i_2 = 21;$ $i := 0..i_2;$
число точек расчета при всасывании	$ii_2 := \frac{2\pi}{\Delta \theta}, ii_2 = 24; ii := 0..ii_2;$
пределы изменения угла спирали	$\varphi := \varphi_1, \varphi_2 + \Delta \varphi..4\pi;$
начальное перемещение орбитального угла подвижной спирали, рад.	$\Delta \theta_0 := 0;$

орбитальный угол подвижной спирали	$\theta := 4\pi - \Delta \theta \ 0;$ $\theta \ 1_i := \varphi_1 + 2\pi + i \cdot \Delta \theta ;$ $\theta \ 11_{ii} := 4\pi - ii \cdot \Delta \theta$
------------------------------------	--

Таблица 1 – Текущие значения орбитального угла внутренней и внешней поверхностей спирали

θ_1^T				θ_{11}^T			
	0				0		
0	405	11	570	0	720	13	525
1	420	12	585	1	705	14	510
2	435	13	600	2	690	15	495
3	450	14	615	3	675	16	480
4	465	15	630	4	660	17	465
5	480	16	645	5	645	18	450
6	495	17	660	6	630	19	435
7	510	18	675	7	615	20	420
8	525	19	690	8	600	21	405
9	540	20	705	9	585	22	390
10	555	21	720	10	570	23	375
deg				11	555	24	360
				12	540		
				deg			

Координаты неподвижной спирали:

внутренняя поверхность неподвижной спирали $x1(\varphi) := r_0 \cdot (\varphi) \cdot \cos(\varphi);$

$y1(\varphi) := r_0 \cdot (\varphi) \cdot \sin(\varphi);$

внешняя поверхность неподвижной спирали $\alpha_{11} := \pi; \quad \beta_{11} := \pi;$

$x11(\varphi) := r_0 \cdot (\varphi + \beta_{11}) \cdot \cos(\varphi + \alpha_{11} + \beta_{11}) -$

$$- \frac{\varepsilon}{\sqrt{1 + (\varphi + \beta_{11})^2}} [\sin(\varphi + \beta_{11} + \alpha_{11}) + (\varphi + \beta_{11}) \cos(\varphi + \beta_{11} + \alpha_{11})];$$

$y11(\varphi) := r_0 \cdot (\varphi + \beta_{11}) \cdot \sin(\varphi + \alpha_{11} + \beta_{11}) -$

$$- \frac{\varepsilon}{\sqrt{1 + (\varphi + \beta_{11})^2}} [\cos(\varphi + \beta_{11} + \alpha_{11}) - (\varphi + \beta_{11}) \sin(\varphi + \beta_{11} + \alpha_{11})].$$

Координаты подвижной спирали:

внутренняя поверхность подвижной спирали $r_2 := \varepsilon; \alpha_2 := \pi;$

$x2(\varphi, \theta) := r_0 \cdot \varphi \cdot \cos(\varphi + \alpha_2) + r_2 \cdot \cos(\theta);$

$$y2(\varphi, \theta) := (r_0 \cdot \varphi) \cdot \sin(\varphi + \alpha_2) + r_2 \cdot \sin(\theta);$$

внешняя поверхность подвижной спирали $\alpha_{22} := 0; \beta_{22} := \pi;$

$$x22(\varphi, \theta) := r_0 \cdot (\varphi + \beta_{22}) \cos(\varphi + \beta_{22} + \alpha_{22}) -$$

$$- \frac{\varepsilon}{\sqrt{1 + (\varphi + \beta_{22})^2}} [\sin(\varphi + \beta_{22} + \alpha_{22}) + (\varphi + \beta_{22}) \cos(\varphi + \beta_{22} + \alpha_{22})] + r_2 \cos(\theta);$$

$$y22(\varphi, \theta) := r_0 \cdot (\varphi + \beta_{22}) \sin(\varphi + \beta_{22} + \alpha_{22}) -$$

$$- \frac{\varepsilon}{\sqrt{1 + (\varphi + \beta_{22})^2}} [\cos(\varphi + \beta_{22} + \alpha_{22}) - (\varphi + \beta_{22}) \sin(\varphi + \beta_{22} + \alpha_{22})] + r_2 \sin(\theta).$$

Полярные радиусы поверхностей подвижной и неподвижной спиралей:

$$r1(\varphi) := r_0 \cdot \varphi; \quad r11(\varphi) := \sqrt{x1(\varphi)^2 + y1(\varphi)^2};$$

$$r2(\varphi, \theta) := \sqrt{x2(\varphi, \theta)^2 + y2(\varphi, \theta)^2};$$

$$r22(\varphi, \theta) := \sqrt{x22(\varphi, \theta)^2 + y22(\varphi, \theta)^2}.$$

Таблица 2 – Результаты расчета образующих спиралей в зависимости от изменения орбитального угла

$\varphi \cdot \text{deg}^{-1}$	$r1(\varphi)$	$r11(\varphi)$	$r2(\varphi, \theta)$	$r22(\varphi, \theta)$
45	2,501	8,687	2,847	6,945
60	3,335	9,496	3,713	8,649
75	4,169	10,31	4,975	10,383
90	5,003	11,127	6,405	12,102
105	5,837	11,947	7,884	13,766
120	6,671	12,77	9,337	15,338
135	7,504	13,594	10,713	16,782
150	8,338	14,419	11,971	18,068
165	9,172	15,246	13,077	19,171
180	10,006	16,074	14,006	20,072
195	10,84	16,902	14,740	20,760
210	11,674	17,732	15,269	21,234
225	12,507	18,561	15,595	21,501
240	13,341	19,392	15,728	21,583
255	14,175	20,222	15,693	21,512
270	15,009	21,053	15,533	21,335
285	15,843	21,884	15,303	21,115
300	16,677	22,716	15,08	20,926
315	17,51	23,547	14,952	20,849

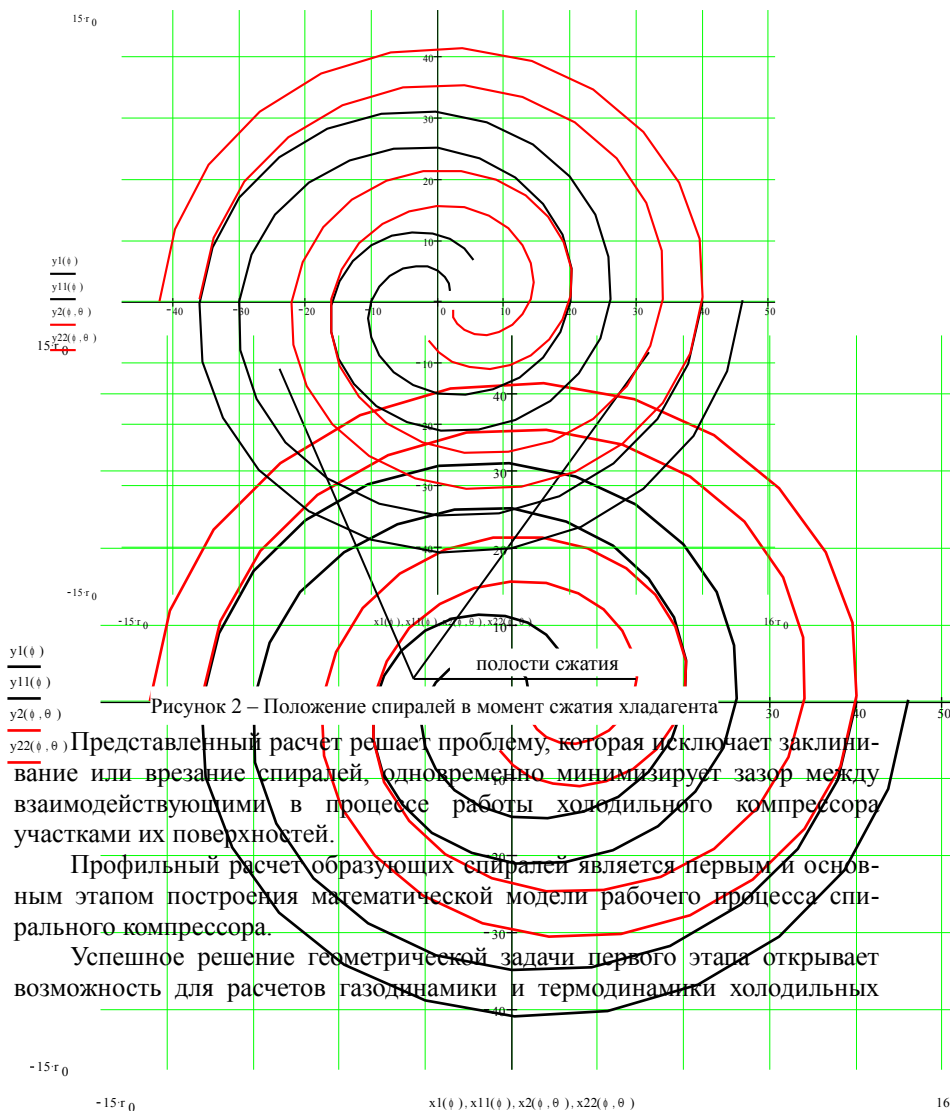
Угол соприкосновения поверхностей подвижной и неподвижной спиралей

$$\Delta I \approx 1 \text{ Given } r1(\theta + \Delta I) - r22(\theta + \Delta I - \pi, \theta + 0) = \Delta I \approx \text{Find}(\Delta I) ;$$

$$\Delta I = 4.522 \text{ deg}$$

$$\theta \approx \theta + \Delta I$$

Результаты расчета образующих спиралей спирального холодильного компрессора в зависимости от изменения орбитального угла Θ изображены на рисунке 2.



спиральных компрессоров и исследования параметрического ряда их использования.

Библиографический список

1. Косачевский В.А. О математической модели рабочего процесса спирального компрессора / В.А. Косачевский // Компрессорная техника и пневматика. — СПб, 1997. — Вып. 1-2. — С. 14 – 15.
2. Косачевский В.А. Совершенствование математической модели спирального компрессора // В.А. Косачевский, Б.С. Фотин, К.П. Селезнев // Тез. докл. XI Междунар. науч.-техн. конф. по компрессорной технике. — Казань, 1998. — С. 6 – 7.

Поступила в редакцию 6.07.2004 г.