

А.Е. КОЗОРЕЗОВ, студент, НТУ "ХПИ", Харьков
Б.А. ЕГОРОВ, канд. техн. наук, доц., НТУ "ХПИ", Харьков

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СОПРЯЖЕНИЙ КОЛЛЕКТОРНОГО УЗЛА

Статья посвящена проблеме розрахунку безпечних сполучень пластини, манжети та натискного фланця у колекторному вузлі.

Статья посвящена проблеме расчета безопасных сопряжений пластины, манжеты и нажимного фланца в коллекторном узле.

Введение. В современных электрических машинах постоянного тока достаточно широкое применение находят цилиндрические коллекторы арочного типа с металлическим корпусом.

В таких коллекторах давление запрессовки передается комплекту медных пластин только через поверхности конусов трапециидальных ласточкиных хвостов, так как между консолями коллекторных пластин и манжетами делается зазор. Величина зазора и толщина манжеты зависит от величины напряжения электрической машины.

При разработке коллектора достаточно сложно подобрать оптимальное сопряжение коллекторной пластины с миканитовыми манжетами и нажимными конусами в зоне угла 33° , т.е. выбрать зазоры, предохраняющие вершину конуса манжеты от механических повреждений при прессовке коллектора, так как пробой изоляции коллектора на конусе почти всегда происходит в вершине конуса.

Цель работы – разработка методики расчета размеров коллекторного узла электрической машины постоянного тока при заданном напряжении с учетом возможного пробоя изоляции коллектора в вершине конуса манжеты.

Методика размерного расчета коллекторного узла. В данной работе предлагается методика размерного расчета коллекторного узла "пластина – манжета – нажимной фланец" в зависимости от напряжения U электрической машины, что напрямую связано с толщиной манжеты t , расстоянием между манжетой и консолью и коллекторными пластинами Δ , а также радиусом сопряжения угла 33° , манжеты R_M , конуса R_K и пластины R_L .

Расчетная схема расчетного узла приведена на рис. 1. Данные размерного расчета сведены в табл. 1.

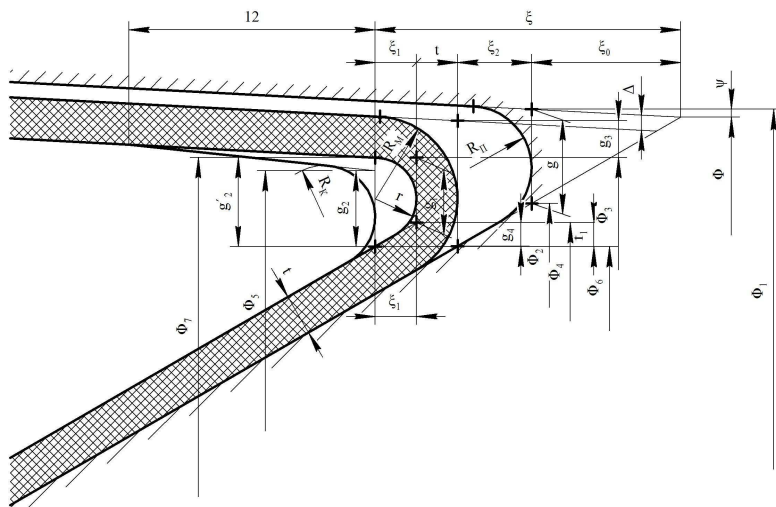


Рис. 1.

Таблица 1

U, B	t	Δ	R_M	R_K	R_{II}
127-500	1,5	0,5	3,2	2,5	2
500-700	2	0,75	3,5	2,5	2,5
700-1200	2	0,75	4	2,5	3
1200-2000	2,5	1	4,5	2,5	3,5

Исходным диаметром для размерного расчета коллекторной пластины является диаметр Φ точки пересечения угла 3° и 30° , который пересчитывается в Φ_1 и Φ_2 в основании хвоста и консоли коллекторной пластины, которые будут использованы при прочностном расчете коллектора.

Основание консоли расположено к горизонтالي под углом 3° , ласточкин хвост – под углом 30° . Тогда диаметры Φ_1 и Φ_2 усеченного конуса ласточкиного хвоста равны:

$$\Phi_1 = \Phi + 2 \cdot \psi ; \quad (1)$$

$$\Phi_2 = \Phi_1 - 2g , \quad (2)$$

где $g = 1,527 \cdot R_{II}$, $\psi = 0,127 \cdot R_{II}$.

Аналогично методике, принятой для коллекторной пластины, диаметры манжеты по внутреннему радиусу определяются по формулам:

$$\Phi_3 = \Phi_4 + 2 \cdot g_1 ; \quad (4)$$

$$\Phi_4 = \Phi_6 + 2 \cdot f_1 , \quad (5)$$

где g_1 – расстояние между точками усеченного конуса манжеты по внутреннему радиусу r ,

$$g_1 = 1,527 \cdot (R_M - t) ; \quad (6)$$

f_1 – расстояние между точками усеченного конуса манжеты и нажимного фланца под углом 30° ,

$$f_1 = 0,577 \cdot \xi_1 . \quad (7)$$

Расстояние между внутренней поверхностью манжеты и наружной поверхностью конуса ξ_1 в зависимости от толщины манжеты и радиусов нажимного фланца R_K и наружного радиуса манжеты R_M :

$$\xi_1 = 1,004 + 2,347 \cdot R_K - 2,424 \cdot R_M + 2,424 \cdot t . \quad (8)$$

Диаметр Φ_6 усеченного конуса нажимного фланца по углу 30° определяется соотношением

$$\Phi_6 = \Phi - 2 \cdot f_2 , \quad (9)$$

где f_2 – расстояние между точкой пересечения угла 3° и 30° коллекторной пластины и внутренним диаметром усеченного конуса нажимного фланца,

$$f_2 = 0,577 \cdot \xi - \frac{t}{0,866} . \quad (10)$$

Диаметры подконсольных частей манжеты по наружному радиусу R_M равны:

$$\Phi_8 = \Phi_3 + 2 \cdot g_3 ; \quad (11)$$

$$\Phi_9 = \Phi_4 - 2 \cdot g_4 , \quad (12)$$

где $g_3 = 0,949 \cdot \text{tg} 4^\circ = 0,577 \cdot t$.

Усеченный конус нажимного фланца, сопрягаемый с ласточкиным хвостом пластины, определяется диаметрами Φ_5 , Φ_6 , Φ_8 .

Учитывая, что пробой изоляции коллектора на корпус практически всегда происходит в вершине нажимного фланца, в качестве дополнительной меры, предохраняющей вершину конуса, и увеличивающий надежность коллектора против пробоя, в головке нажимного фланца на длине 12 мм предусмотрена проточка под углом 6° , что позволяет увеличить расстояние между нажимным фланцем и манжетой как в осевом, так и в диаметральных направлениях.

$$\Phi_5 = \Phi_6 + 2 \cdot g_2 ; \quad (13)$$

$$\Phi_7 = \Phi_6 + 2 \cdot g'_2 , \quad (14)$$

где $g_2 = 1,478 \cdot R_K g'_2 = 0,633 + 1,478 \cdot R_K$.

При сопряжении коллекторных пластин, манжет и нажимных фланцев с обмоткодержателем с соблюдением размеров, полученных путем приведенных выше расчетов, реализуются следующие зазоры:

– между внутренним радиусом коллекторной пластины и наружным радиусом манжеты

$$\xi_2 = 1,59 \cdot \Delta + 2,424 \cdot (R_M - R_{II}); \quad (15)$$

– между внутренним радиусом манжеты и радиусом наружного фланца

$$\xi_1 = 1,004 + 2,347 \cdot R_K + 2,424 \cdot t - 2,424 \cdot R_M. \quad (16)$$

Для удобства практического использования методики геометрического расчета сопряжения коллекторного узла, формулы расчета сведены в табл. 2. Цифровые коэффициенты, принятые в формулах – значения тригонометрических функций углов 3° , 6° и 30° .

Таблица 2

$g = 1,527 \cdot R_{II}$	$f_1 = 0,577 \cdot \xi_1$
$g_1 = 1,527 \cdot (R_M - t)$	$f_2 = 0,577 \cdot \xi - \frac{t}{0,866}$
$g_2 = 1,478 \cdot R_K$	$\Phi_1 = \Phi + 2 \cdot \psi$
$g'_2 = 0,633 + 1,478 \cdot R_K$	$\Phi_2 = \Phi_1 - 2g$
$g_3 = 0,949 \cdot t$	$\Phi_3 = \Phi_4 + 2 \cdot g_1$
$g_4 = 0,577 \cdot t$	$\Phi_4 = \Phi_6 + 2 \cdot f_1$
$\xi_0 = 2,424 \cdot R_{II}$	$\Phi_5 = \Phi_6 + 2 \cdot g_2$
$\xi_1 = 1,004 + 2,347 \cdot R_K + 2,424 \cdot t - 2,424 \cdot R_M$	$\Phi_6 = \Phi - 2 \cdot f_2$
$\xi_2 = 1,59 \cdot \Delta + 2,424 \cdot (R_M - R_{II})$	$\Phi_7 = \Phi_6 + 2 \cdot g'_2$
$\xi = \xi_1 + \xi_2 + t + \xi_0$	$\Phi_8 = \Phi_3 + 2 \cdot g_3$
$\psi = 0,127 \cdot R_{II}$	$\Phi_9 = \Phi_4 - 2 \cdot g_4$

Список литературы: 1. *Виноградов Н.В.* Производство электрических машин. – М.: Энергия, 1970. 2. *Шлыгин С.В.* Прочностные и размерные расчеты электрических машин. – М.-Л.: ГЭИ, 1963.



Козорезов Олександр Євгенійович, магістр. Захистив диплом бакалавра за спеціальністю інженера-електромеханіка в Харківському політехнічному інституті за фахом електричні машини і апарати, в 2009 р.

Наукові інтереси пов'язані з проблемами розрахунку магнітних полів за допомогою ЕОМ.



Егоров Борис Олексійович, доцент, кандидат технічних наук. Захистив диплом інженера та дисертацію кандидата технічних наук в Харківському Політехнічному Інституті за фахом електричні машини відповідно у 1968 і 1975 р. У 1980 отримав ступінь доцента. Працює на кафедрі "Електричні машини" Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут" з 1968 р.

Наукові інтереси пов'язані з застосуванням комп'ютерної техніки у покращенні параметрів машин постійного струму та з розрахунком за допомогою ЕОМ магнітних полів.

Поступила в редколегію 18.10.2010