



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3611282/24-07  
(22) 23.06.83  
(46) 15.01.85. Бюл. № 2  
(72) А.А. Камрат, Д.И. Мазур,  
М.А. Луцив и А.М. Баранник  
(71) Особое конструкторское бюро ли-  
нейных электродвигателей  
(53) 621,318.444(088.8)  
(56) 1. Виноградов Н.В. Обмотчик  
электрических машин. М., "Высшая шко-  
ла", 1977, с. 30-32.

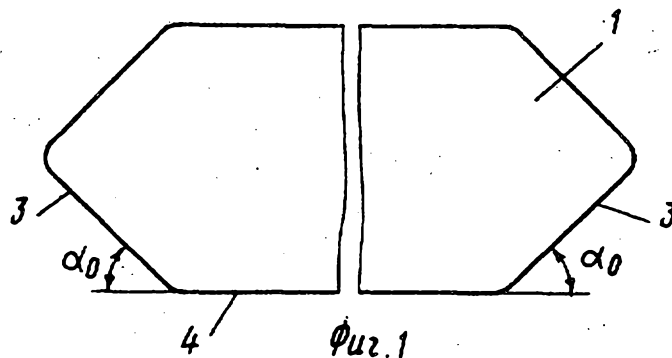
2. Авторское свидетельство СССР  
№ 599314, кл. Н 02 К 15/04, 1976.

(54) (57) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЖЕСТКИХ  
КАТУШЕК ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН, заклю-  
чающийся в намотке катушки на шабло-  
не, отгибе лобовых частей и последую-  
щей растяжке пазовых частей катушки,

отличающийся тем, что,  
с целью повышения производительности,  
отгиб лобовых частей катушки ведут  
одновременно с растяжкой пазовых час-  
тей, а намотку катушки производят  
на шаблоне, угол между сторонами ко-  
торого, соответствующими лобовой и  
пазовой частям катушки, равен

$$\alpha_0 = \arcsin \frac{b}{2l} \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta + \gamma,$$

где  $b$  - шаг катушки по пазам;  
 $l$  - длина развернутой лобовой  
части;  
 $\alpha$  - угол наклона лобовой части;  
 $\beta$  - требуемый угол отгиба лобо-  
вых частей;  
 $\gamma$  - угол пружинения.



Изобретение относится к технологии изготовления обмоток электрических машин и может быть использовано в электротехнической промышленности.

Известен способ изготовления катушек электрических машин, заключающийся в намотке катушки на шаблон, гибке лобовых частей и последующей растяжке пазовых частей. Шаблон имеет плоскую форму в виде лодочки, форма которой определяется геометрическим построением [1].

Недостатком этого способа является то, что углы отгибов лобовых частей малы и не превышают  $5-10^\circ$ . Это объясняется тем, что расчет и геометрическое построение контура шаблона ведется при помощи линейных размеров по внутреннему периметру катушки, без учета ее угловых размеров.

Наиболее близким к предлагаемому по технической сущности и достигаемому результату является способ изготовления жестких катушек электрических машин, заключающийся в намотке катушки на шаблоне с последующей растяжкой пазовых частей. Перед растяжкой лобовые части катушек отгибают на прессе с помощью гибочного устройства [2].

Однако данный способ не технологичен и трудоемок в изготовлении, так как предусматривает помимо намотки и растяжки катушки дополнительную техническую операцию — операцию гибки лобовых частей, что снижает производительность.

Целью изобретения является повышение производительности.

Поставленная цель достигается тем, что согласно способу изготовления жестких катушек электрических машин, заключающемуся в намотке катушки на шаблоне, отгибе лобовых частей и последующей растяжке пазовых частей катушки, отгиб лобовых частей катушки ведут одновременно с растяжкой пазовых частей, а намотку катушки производят на шаблоне, угол между сторонами которого, соответствующими лобовой и пазовой частям катушки, равен

$$\alpha_0 = \arcsin \frac{b}{2l} \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta + \gamma,$$

где  $b$  — шаг катушки по пазам;  
 $l$  — длина развернутой лобовой части;

$\alpha$  — угол наклона лобовой части;  
 $\beta$  — требуемый угол отгиба лобовых частей;  
 $\gamma$  — угол пружинения.

На фиг. 1 показан намоточный шаблон; на фиг. 2 — намотанная на шаблоне катушка; на фиг. 3 — растянутая катушка, вид сбоку; на фиг. 4 — то же, вид в плане; на фиг. 5 — кинематика движения лобовой части катушки при растяжке пазовых частей; на фиг. 6 — намоточный шаблон для изготовления катушек с разными углами отгиба лобовых частей; на фиг. 7 — пример рабочего чертежа катушки; на фиг. 8 — геометрическое построение шаблона.

На фиг. 2 — 5 стрелками показано движение отдельных участков катушки при растяжке пазовых частей: точки А, В, С, Д — до растяжки, точки А', В', С', Д' — после растяжки.

Расчет намоточного шаблона производят исходя из рабочего чертежа катушки 2 по методике, аналогичной известным методикам для обмоток вращающихся электрических машин [1] с учетом плоской формы сердечника и других возможных конструктивных особенностей исполнения конкретного электродвигателя. По рабочему чертежу поступившей для изготовления катушки 2 определяется внутренний периметр  $P$  развернутой катушки, развернутые длины лобовой 1 и прямолинейной 1<sub>0</sub> частей. Как известно, на рабочих чертежах изображены катушки 2 и ее размеры указываются на двух (а иногда и трех) плоскостях. Так, например, (фиг. 5) лобовая часть катушки А'В' или А'С' на фронтальной проекции изображена как А'В, а на горизонтальной — как Д'В'' или Д'С' соответственно. Поэтому необходимые для расчета развернутые размеры, если они не указаны разработчиком в примечаниях рабочего чертежа, определяются путем алгебраических преобразований.

Например, дан рабочий чертеж (фиг. 7) катушки 2 со следующими размерами;

$L$  — длина катушки;  
 $H$  — высота катушки;  
 $a, h$  — размеры поперечного сечения;  
 $l_0$  — длина пазовой части;  
 $C$  — длина вылета пазовой части за пределы сердечника;  
 $b$  — шаг катушки по пазам;

$r_0$  - внутренний радиус головки лобовой части;

$R_0$  - радиус перехода от прямолинейной к лобовой части;

$\alpha$  - угол наклона лобовой части;

$\beta$  - требуемый угол отгиба лобовых частей.

Методика расчета и построения шаблона заключается в следующем.

Развернутая длина лобовой части 1 согласно фиг. 5 и 7

$$l = \sqrt{\left(\frac{H-2h-r_0}{\sin \beta}\right)^2 + \frac{b^2}{4}}$$

т.к.  $A'D' = k = H - h - r_0 - h = H - 2h - r_0$ , 15

$$A'B = mn = \frac{A'D'}{\sin \beta} = \frac{H-2h-r_0}{\sin \beta}$$

$$l = A'B' = \sqrt{A'B^2 + B'B^2}$$

Длина прямолинейной части 20

$$P_0 = l_1 + 2C$$

Внутренний периметр  $P$  катушки

$$P = l_0 + k_1 \pi R_0 + l + k_2 \pi r_0 + l + k_1 \pi R_0 + l_0 + k_1 \pi R_0 + l + k_2 \pi r_0 + l + k_1 \pi R_0 = 2l + 4l + 2\pi(2k_1 R_0 + k_2 r_0)$$
 25

где  $k_1, k_2$  - коэффициенты приведения.

Угол  $\alpha_0$  между сторонами 3 и 4 шаблона, соответствующими лобовой и пазовой частям нижней стороны катушки, без учета угла пружинения  $\gamma$

$$\alpha_0 = \arcsin \frac{b}{2l} \operatorname{tg} \beta \operatorname{tg} \alpha$$

Построение шаблона 1 состоит в следующем (фиг. 8).

Откладываем на горизонтальной прямой длину  $l_0$ . Из точек  $O_1$  и  $O_2$  проводим окружности радиусами  $R_0$  и под углом  $\alpha_0$  проводим касательные к этим окружностям. Из точек касания  $g_1$  и  $g_2$  делаем на касательных засечки размером 1. Ставим в точках засечки  $t_1$  и  $t_2$  перпендикуляры и проводим касательные окружности радиусом  $r_0$ . Верхнюю часть шаблона строим симметрично нижней.

Проверяем соответствие периметра полученного шаблона  $P_{\text{ш}}$  рассчитанному 50 внутреннему периметру  $P$  катушки. Полученный шаблон изготавливается плоским толщиной  $\alpha$  (обычно из листового текстолита, алюминия и т.п.) и устанавливается в приспособление для намотки. 55

Далее наматывают на шаблон 1 катушку 7, при этом угол между сторо-

нами 5 и 6 становится равным  $\alpha_0$  (фиг. 2), и растягивают ее до получения катушки 2 с требуемыми размерами (фиг. 3 и 4).

Растяжку катушки 7 производят на обычных растяжных станках, при этом происходит осаждение вниз верхних лобовых 8 и пазовой 9 частей, а также разведение нижней 6 и верхней 9 пазовых частей на расстояние  $b$ , равное шагу катушки 2 по пазам. Головки 10 лобовых частей 5 и 8 фиксируются на растяжном станке от смещения по высоте и в поперечном направлении. При растяжке смещение головок 10 происходит только в продольном направлении - они сближаются между собой с увеличением угла  $\beta$  между лобовой 5 и пазовой 6 частями катушки 2 (фиг. 5). Формовка лобовых частей 8 происходит соответственно лобовым частям 5. Соотношение между углом  $\alpha_0$  (углом между сторонами 5 и 6 катушки 7) и требуемым углом  $\beta$  (углом отгиба лобовых частей 5 готовой катушки 2) можно определить по фиг. 5 путем следующих преобразований:

$$\alpha_0 = \arcsin \frac{AD}{AB} = \arcsin \frac{b}{2l} \operatorname{tg} \beta \operatorname{tg} \alpha$$

т.к.  $AB = A'B' = l$ ,  $BB' = b/2$ ,  $AD = A'D' = \operatorname{tg} \beta D'B = \operatorname{tg} \beta \operatorname{tg} \alpha BB' = \frac{b}{2} \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta$ ,

где  $b$  - шаг катушки по пазам;

$l$  - развернутая длина лобовой части;

$\alpha$  - угол наклона лобовой части;

$\beta$  - требуемый угол отгиба лобовых частей.

Кроме того, при расчете угла  $\alpha_0$  учитывают угол пружинения, который определяется в каждом конкретном случае в зависимости от материала про- вода и размеров катушки при изготовлении пробных катушек.

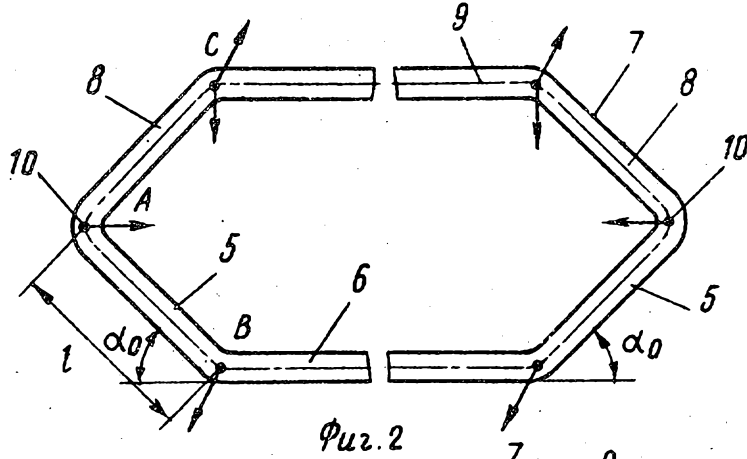
При разных углах отгиба лобовых частей углы  $\alpha_0'$  и  $\alpha_0''$  определяют для каждой из лобовых частей отдельно, и намоточный шаблон 11 принимает форму несимметричного шестиугольника (фиг. 6).

Отличие данной методики состоит в следующем. Если раньше расчеты построения шаблона велись по линейным размерам ( $l_1, l_0, r_0, R_0$ ) и его форма могла быть (учитывая жесткость фигуры шестиугольника) произвольной лишь

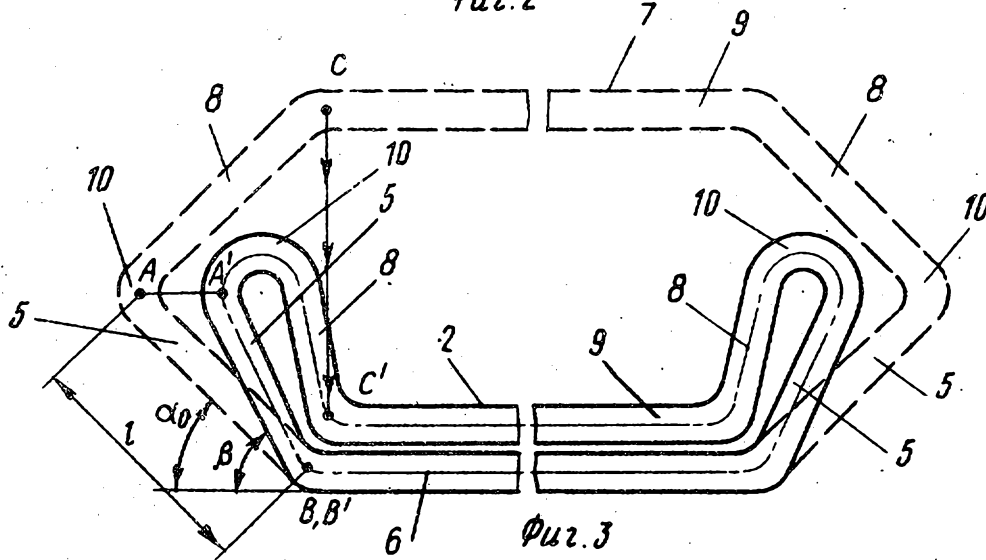
бы только  $P = P_{ш}$ , то согласно предлагаемой методике помимо этого расчета построение шаблона ведется с учетом угла  $\alpha_0$ , что позволяет при растяжке получить катушку с отгнутыми на требуемый угол  $\beta$  лобовыми частями.

Использование предлагаемого способа изготовления катушек повышает производительность, так как он содержит две технологические операции - намотку катушки на шаблон и растяжку

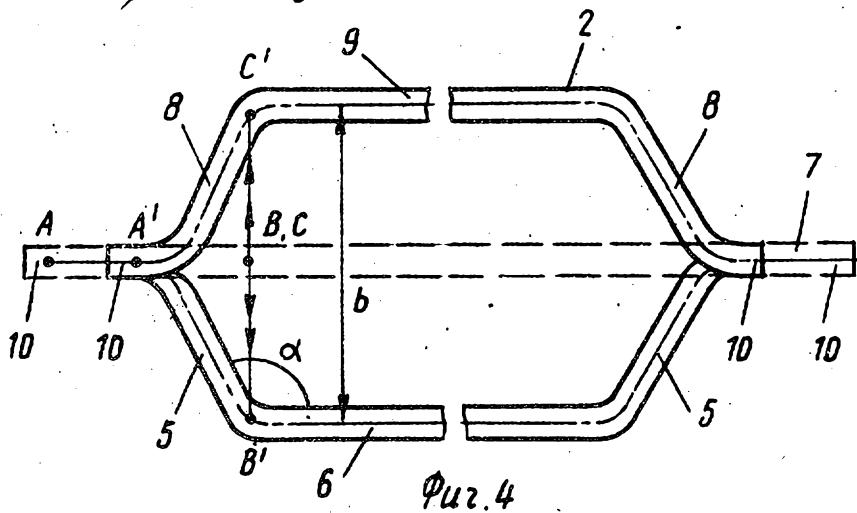
пазовых частей. При этом сам процесс намотки и растяжки остается прежним, а расчет контура шаблона усложняется незначительно. Устранение гибки лобовых частей кроме уменьшения трудоемкости исключает затраты на изготовление гибочного устройства и амортизацию пресса, что повышает технологичность изготовления особенно при серийном производстве больших партий катушек.



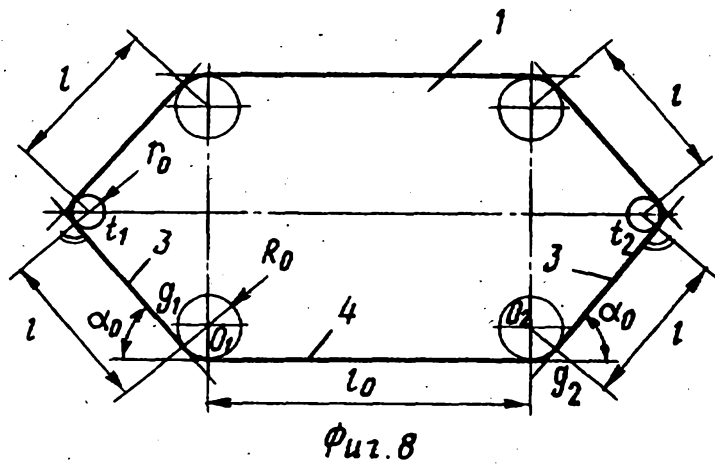
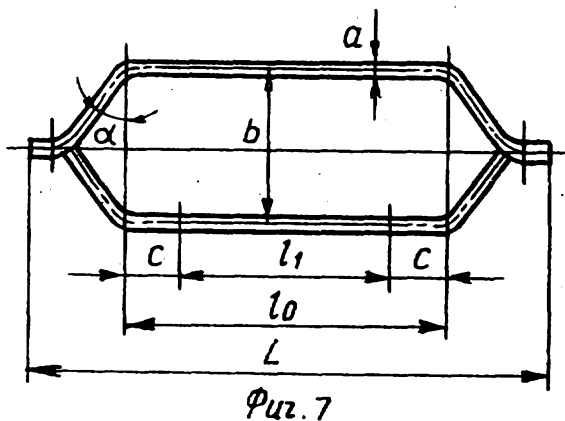
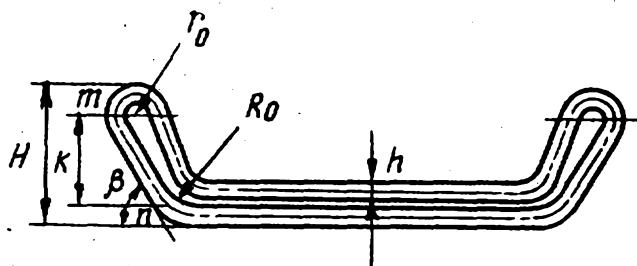
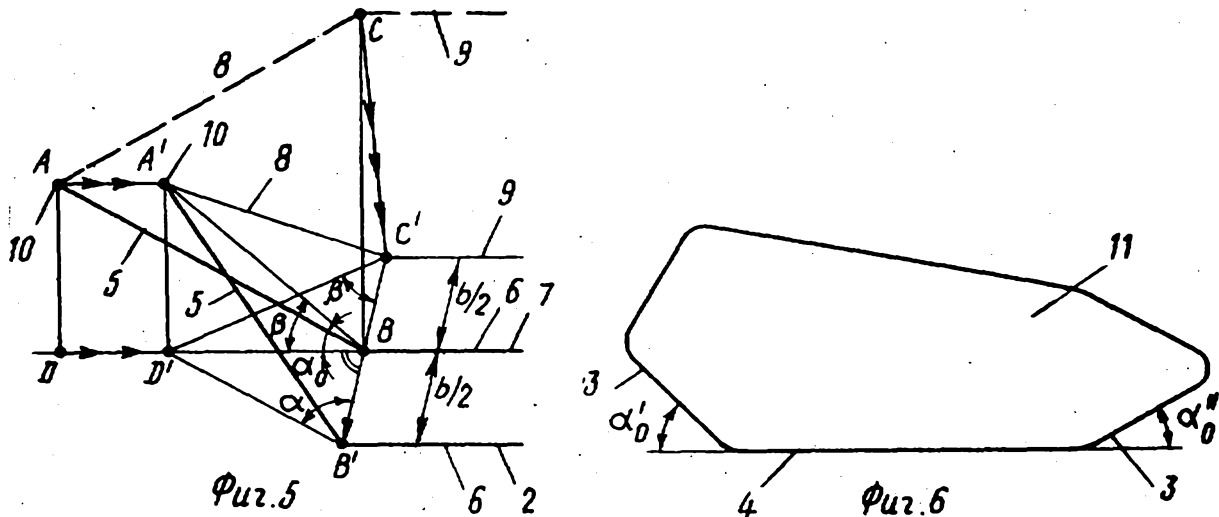
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



ВНИИПИ Заказ 10099/44 Тираж 646 Подписное  
 Фирма ИП "Патент", г.Ужгород, ул.Проектная, 4