

УДК 620.179.14  
ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ ДИСКРЕТНОГО ЭЛЕМЕНТА  
МАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ ОЧИСТНОГО ПОРШНЯ

Н.В.КРЕМЕНЬКОВА

Государственное научное учреждение  
«ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»  
Минск, Беларусь

Создание источников магнитных полей, обеспечивающих заданное пространственное распределение и силовые характеристики применительно к множеству технических приложений, сопряжено со значительным объёмом работ при моделировании, проведении численных расчётов и экспериментальных исследований. В данном сообщении приводятся результаты численных расчётов по влиянию геометрической формы дискретного элемента (магнитного блока), используемого при конструировании магнитной системы очистного поршня применительно к магистральным газопроводам, на его силовые характеристики.

Предположим, что магнитная система этих устройств состоит из дискретных блоков, изготовленных из магнитожёсткого материала и имеет вид кольцевого пояса, состоящего из  $2n$  идентичных по геометрии постоянных магнитов ( $n$  – порядок осевой симметрии), расположенных на одинаковых расстояниях от оси симметрии системы (оси  $z$ ). Каждый из магнитов системы имеет форму параллелепипеда со сторонами  $l$ ,  $h$  и  $d$ . Намагниченность магнита параллельна его ребру  $h$ , а ребро  $d$  параллельно оси  $z$ . В этом случае сечение магнитной системы плоскостью  $z = 0$  представляет собой  $2n$  прямоугольников со сторонами  $h$  и  $l$ , вписанных в окружность радиуса  $R_K$  таким образом, что они касаются её двумя крайними точками сторон, имеющих длину  $l$ , а сторона  $h$  параллельна вектору намагниченности постоянного магнита.

Очевидно, что при одной и той же площади сечения магнитный блок может иметь различную геометрическую форму. Проведены расчёты с целью определения соотношения сторон поперечного сечения магнитного блока, при котором магнитная система третьего порядка производит наибольшее силовое действие. Силовое действие магнитной системы оценивалось величиной произведения модуля поля  $H$  на его градиент и усреднялось по азимутальному углу  $\varphi$ . При расчётах радиус описанного цилиндра  $R_K$  и ребро магнитного блока  $d$ , параллельное оси симметрии  $z$ , сохранялись постоянными. Размер стороны  $h$  варьировался от 9 до 30 см с шагом 0,5 см. При этом размер стороны  $l$  изменялся таким образом, чтобы площадь поперечного сечения магнитного блока сохранялась постоянной и равнялась  $336 \text{ см}^2$ . Часть полученных результатов представлена в табл. 1, где 1- силовое действие магнитной системы в центральной плоскости се-

чения магнитного пояса; 2 – над краем магнитного пояса. Получено, что наибольшее значение силы создаёт магнитная система с размерами магнитного блока:  $h=15$ , 3 см,  $l=21,96$  см,  $d=8$  см.

Табл. 1. Соотношение сторон поперечного сечения магнитного блока

$h, \text{см}$	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	0,533	0,605	0,662	0,702	0,725	0,735	0,734	0,725	0,709	0,690
2	0,466	0,526	0,572	0,604	0,622	0,629	0,627	0,618	0,604	0,587

В табл. 2 представлена величина силового действия магнитной системы в зависимости от величины азимутального угла  $\varphi$  при  $r = 58,5$  см для разной геометрии поперечного сечения магнитного блока кольцевого магнита: 1-  $l=35$  см,  $h=9,6$  см; 2-  $l=28$  см,  $h=12$  см; 3-  $l=20$  см,  $h=16,8$  см. Для зависимостей со звездочками  $l$  и  $h$  меняются местами: 1\*-  $h=35$  см,  $l=9,6$  см; 2\*-  $h=28$  см,  $l=12$  см; 3\*-  $h=20$  см,  $l=16,8$  см. При этом площадь сечения, радиус описанного цилиндра  $R_K$  и ребро магнитного блока  $d$ , параллельное оси  $z$ , сохранялись постоянными.

Табл. 2. Величина силового действия магнитной системы в зависимости от величины азимутального угла  $\varphi$

$\varphi, ^\circ$	0	5	10	15	20	25	30
1	5,8450	5,8825	5,8731	5,4144	4,0104	2,0250	1,0442
2	10,106	9,8528	8,8125	6,4900	3,3206	0,8872	0,0548
3	13,987	12,432	8,4408	4,1609	1,4520	0,2805	-0,0237
1*	8,4136	6,8708	3,8387	1,5846	0,5018	0,0883	-0,0167
2*	11,062	9,2984	5,5205	2,3908	0,7746	0,1399	-0,0216
3*	14,020	12,873	9,5549	5,2465	1,9773	0,4002	-0,0257

Из анализа результатов, приведенных в таблице, следует, что чем сильнее отличаются размеры сторон и поперечного сечения дискретного элемента магнитной системы (зависимости 1 и 1\*), тем меньше силовое действие и неоднородность его распределения по азимутальному углу. При этом для одной и той же геометрии поперечного сечения силовое действие и неоднородность распределения по азимутальному углу будут меньше, когда сторона  $l$  (перпендикулярная направлению намагниченности) больше стороны  $h$  (параллельная направлению намагниченности). В табл. 2 такие зависимости обозначены цифрами без звездочек, противоположному случаю соответствуют те же цифры, но со звездочками.

Из изложенного следует, что одновременно с увеличением силового действия возрастает неоднородность его распределения по углу. Таким образом, проведенные исследования показали, что гармонический состав поля можно в некоторых пределах регулировать изменением формы сечения дискретного элемента.