

**В.Ф. БОЛЮХ**, д-р техн. наук, проф., НТУ "ХПИ"  
**С.В. ОЛЕКСЕНКО**, аспірант, НТУ "ХПИ"

### **СИНТЕЗ ПАРАМЕТРОВ ИНДУКЦИОННО-ДИНАМИЧЕСКОГО ДВИГАТЕЛЯ**

Предложен метод синтеза параметров индукционно-динамического двигателя (ИДД) с ферромагнитным сердечником, основанный на использовании комплексного критерия эффективности и оптимизационного подхода, при котором учитываются массогабаритные параметры, электродинамические показатели, магнитные поля рассеяния, плотности токов и превышения температур активных элементов. Синтезированы оптимальные параметры ИДД для заданного набора частичных критериев эффективности.

**Ключевые слова:** синтез, индукционно-динамический двигатель, ферромагнитный сердечник, оптимальные параметры.

**Введение.** Индукционно-динамические двигатели (ИДД) широко используются в промышленных, оборонных и научно-технических системах, где необходимы значительные ударные механические нагрузки при относительно незначительных перемещениях исполнительного ударного элемента и ограниченных габаритах.

Возбуждаемый от емкостного накопителя энергии (ЭНЕ) индуктор ИДД индуцирует в электропроводящем массивном якоре ток, который обуславливает возникновение электродинамических усилий (ЭДУ), между индуктором и якорем, передаваемых от последнего на ускоряемый исполнительный элемент. Выбором оптимальной конфигурации якоря и ферромагнитного сердечника (ФС) при оптимальных параметрах индуктора можно существенно увеличить силовые показатели и уменьшить поля рассеяния ИДД. Указанные параметры двигателя необходимо выбирать комплексно с учетом различных разнородных по своей природе технических условий и факторов.

**Анализ литературы.** ИДД используются во многих отраслях промышленности, науки и техники для механической обработки поверхностей, деформации объектов, проведения вибрационных и ударных испытаний и т.д. [1-4]. При этом традиционные ИДД в основном функционируют с цилиндрическим или дисковым якорем, что обусловлено простотой изготовления, без ФС. Кроме перечисленных возможны иные подходы, направленные на повышение удельных силовых показателей ИДД, например, использование криогенного охлаж-

дения, многосекционного индуктора с последовательной коммутацией секций, применение подвижного индуктора, взаимодействующего с двумя охватывающими якорями и др., которые требуют существенного усложнения конструкции и условий работы [5, 6]. При этом вопрос о применении ИДД традиционной конструкции, но с оптимальной конфигурацией ФС, якоря и индуктора с обоснованием их основных технических параметров является актуальным.

**Целью работы** является определение оптимальных параметров ИДД при ограничениях массово-габаритных, экологических и технических показателей и обеспечении максимальных силовых показателей.

**Математическая модель.** Для расчета рабочего цикла ИДД было проведено компьютерное моделирование в программном пакете *COMSOL Multiphysics 4.3a*, основанное на дифференциальных уравнениях в частных производных, в основу которого заложен метод конечных элементов.

С использованием условия Дирихле на границах расчетной области в цилиндрической системе координат рассчитывается векторный магнитный потенциал  $A$ :

$$\frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{1}{r\mu(B)} \frac{\partial(rA)}{\partial r} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( \frac{1}{\mu(B)} \frac{\partial A}{\partial z} \right) - \gamma \frac{\partial A}{\partial t} = 0. \quad (1)$$

где  $\mu(B)$  – магнитная проницаемость материала ФС,  $\gamma$  – электропроводность материала активных элементов ИДД.

Составляющие вектора магнитной индукции находятся по известным соотношениям:

$$B_z = \frac{1}{r} \frac{d(rA)}{dr}; \quad B_r = -\frac{dA}{dz}. \quad (2)$$

Локальная плотность тока в каждом конечном элементе якоря определяется по известному выражению

$$U_c = \frac{1}{C} \int_0^t idt; \quad j = -\gamma \frac{\partial A}{\partial t}. \quad (3)$$

Сила, действующая на якорь, рассчитывается по формуле:

$$f_z = 0,5 \oint (H(B \cdot n) + B(H \cdot n) - n(H \cdot B)) dS. \quad (4)$$

где  $S$  – поверхность, ограничивающая якорь в пространстве  $\{r, z\}$ .

Для ферромагнитного материала сердечника используется нелинейная кривая намагничивания  $B = f(H)$

Импульс ЭДУ, действующий на якорь, определяется выражением:

$$F_z = \int_0^t f_z dt . \quad (5)$$

При расчете взаимосвязанных переходных электромагнитных, электродинамических и тепловых процессов ИДД предполагается отсутствие деформации элементов ФС. При этом рассчитывается пространственное распределение индуцированного тока, магнитного и теплового поля, сопротивление среды при движении рабочего элемента на каждом временном шаге.

**Геометрические параметры ИДД.** Основные параметры базового варианта ИДД с дисковым якорем и без ФС представлены в табл. 1. На рис. 1 представлен общий вид этого ИДД с распределением поля в момент максимума ЭДУ. Здесь обозначены 1 – неподвижный индуктор, 2а – якорь в исходном положении, 2b – якорь в движении.

Таблица 1 – Основные параметры базового варианта ИДД.

Показатель	Обозначение	Величина
Внешний диаметр индуктора	$D_{ex1}$	100 мм
Внутренний диаметр индуктора	$D_{in1}$	10 мм
Высота индуктора	$H_1$	10 мм
Внешний диаметр якоря	$D_{ex2}$	100 мм
Внутренний диаметр якоря	$D_{in2}$	10 мм
Высота якоря	$H_2$	3 мм
Расстояние между индуктором и якорем	$\delta$	1 мм
Количество витков индуктора	$N_1$	46 шт.
Сечение шины индуктора	$a \times b$	8,64 мм <sup>2</sup>
Масса исполнительного элемента	0,48	кг
Емкость ЕНЭ	$C$	2850 мкФ
Зарядное напряжение ЕНЭ	$U_0$	400 В

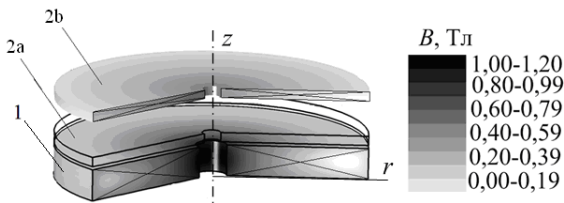


Рис. 1 – Общий вид базового ИДД с распределением поля в момент максимума ЭДУ.

В исследуемом ИДД коаксиальный ФС 3 можно представить состоящим из дискового основания 3а, охватывающего индуктор 1 снизу, и наружной обечайки 3б (рис. 3). Якорь 2 взаимодействует с выполненным из немагнитного материала (нержавеющая сталь) силовым диском с бойком 4. Двигатель установлен в корпусе 5, в котором расположен объект воздействия 6. На рис. 2,б показано поперечное сечение рассматриваемого ИДД с указанием варьируемых геометрических параметров ФС и распределением магнитного поля в момент максимума ЭДУ. Расстояние между смежно расположенными сторонами индуктора и ФС заполнено изоляцией толщиной  $\delta = 1$  мм. Рассматриваемый ФС выполнен шихтованным из стали Ст. 10 (AISI 1010, UNS G10100), что практически устраняет вихревые токи.

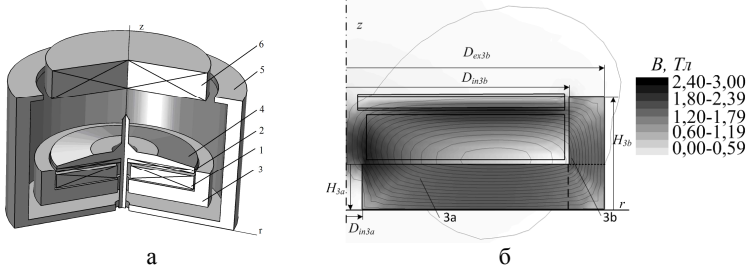


Рис. 2 – Общий вид (а) и сечение с указанием геометрических параметров ФС и распределением магнитных полей (б) ИДД.

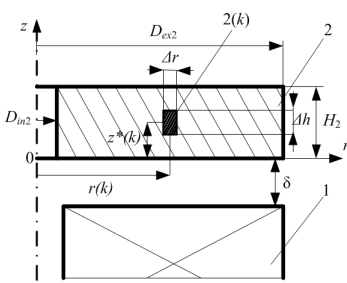


Рис. 3 – Геометрическая модель для выбора параметров якоря ИДД.

На рис. 3 представлены основные показатели, необходимые для выбора геометрии якоря, на котором представлены:  $\delta$  – начальное расстояние смежными плоскостями индуктора и якорем,  $z$  – аксиальное расстояние между индуктором и якорем;  $\Delta z$ ,  $\Delta r$  – радиальная длина и высота элементарного токового элемента, на которые условно разбивается якорь;  $z^*(k)$  – аксиальное расстояние между нижней границей якоря и центром

элементарного токового элемента;  $r(k)$  – радиальное расстояние между центром индуктора (якоря) и центром элементарного токового элемента.

На расстоянии  $2H_1$  от нижней и боковой и на расстоянии  $4H_1$  от верхней стенок индуктора определяется усредненное значение полей рассеяния ( $B_1, B_2$ ), которые позволяют оценить влияния ИДД на электромагнитную совместимость с другим оборудованием.

Все варьируемые геометрические параметры ИДД опишем безразмерными величинами:

$$\varepsilon = \frac{H_{3b}}{H_1}; \psi = \frac{D_{in3c}}{D_{in1}}; \theta = \frac{D_{ex3b}}{D_{ex1}}; \varpi = \frac{D_{in2}}{D_{ex1}}; \tau = \frac{D_{ex2}}{D_{ex1}}; \zeta = \frac{H_2}{H_1}. \quad (6)$$

В табл. 2 представлены варьируемые геометрические параметры активных элементов ИДД, у которого внутренний диаметр якоря  $D_{in2}=8$  мм, внешний диаметр индуктора  $D_{ex1}=100$  мм, а его высота  $H_1=10$  мм (0 вариант – базовый, обозначения: Ц – цилиндрическая-дисковая форма якоря, М – произвольная).

Таблица 2 – Варьируемые геометрические параметры ИДД.

№ п/п	Якорь			Индуктор	ФС		
	$H_2$ , мм	форма	$D_{ex2}$ , мм	$a \times b$ , мм <sup>2</sup>	$H_{3a}$ , мм	$D_{ex3b}$ , мм	$H_{3b}$ , мм
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
0	3	ц	100	8.64	0	0	0
1	3	ц	100	8.64	15	10	15
2	3	ц	100	8.64	10	10	15
3	3	ц	100	8.64	8	10	15
4	3	ц	100	8.64	6	10	15
5	3	ц	100	8.64	4	10	15
6	3	ц	100	8.64	2	10	15
7	3	ц	100	8.64	1	10	15
8	3	ц	100	8.64	0.5	10	15
9	3	ц	100	8.64	0	10	15
10	3	ц	100	8.64	10	15	15
11	3	ц	100	8.64	10	10	15
12	3	ц	100	8.64	10	8	15
13	3	ц	100	8.64	10	6	15
14	3	ц	100	8.64	10	4	15
15	3	ц	100	8.64	10	2	15
16	3	ц	100	8.64	10	0	15
17	3	ц	100	8.64	10	8	0
19	3	ц	100	8.64	10	8	6
20	3	ц	100	8.64	10	8	11
21	3	ц	100	8.64	10	8	15
22	3	ц	100	8.64	10	8	20
23	3	ц	100	8.64	10	8	25

Окончание таблицы 2.

№ п/п	Якорь			Индуктор	ФС		
	$H_2$ , мм	форма	$D_{ex2}$ , мм	$a \times b$ , мм <sup>2</sup>	$H_{3a}$ , мм	$D_{ex3b}$ , мм	$H_{3b}$ , мм
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
24	3	ц	100	8.64	10	8	35
25	3	ц	100	8.64	10	8	45
26	3	ц	100	8.64	10	8	55
27	3	ц	80	8.64	10	8	15
28	3	ц	100	8.64	10	8	15
29	3	ц	105	8.64	10	8	11
30	3	ц	109	8.64	10	8	11
31	3	ц	114	8.64	10	8	11
32	3	ц	118	8.64	10	8	11
33	3	ц	125	8.64	10	8	11
34	2	ц	118	8.64	10	8	11
35	2.5	ц	118	8.64	10	8	11
36	3	ц	118	8.64	10	8	11
37	3.5	ц	118	8.64	10	8	11
38	4	ц	118	8.64	10	8	11
39	3	ц	118	6	10	8	11
40	3	ц	118	7.5	10	8	11
41	3	ц	118	8.64	10	8	11
42	3	ц	118	10	10	8	11
43	3	ц	118	12	10	8	11
44	3	ц	118	11	10	8	11
45	3	ц	118	14	10	8	11
46	-	м1	118	8.64	10	8	11
47	-	м2	118	8.64	10	8	11
48	-	м3	118	8.64	10	8	11
49	-	м4	118	8.64	10	8	11
50	-	м5	118	8.64	10	8	11
51	-	м6	118	8.64	10	8	11

Для каждого ИДД в табл. 3 представлены рабочие показатели: максимальное значение ЭДУ –  $f_{zm}$ , максимальное значение интеграла силы –  $F_z$ , максимальное значение плотности тока в индукторе –  $j_{1max}$ , среднее (максимальное) значение плотности тока в якоре –  $j_{2sred}$  ( $j_{2max}$ ), перемещение –  $z$  за время 2мс., максимальное значение скорости якоря с исполнительным элементом –  $v_{max}$ , усредненное значение полей рассеяния  $B$ , масса  $m$ , радиальные –  $G_h$  и аксиальные –  $G_d$  габариты ИДД, превышение температуры якоря за рабочий цикл –  $\theta$ , полные активные потери в индукторе –  $W_{p1}$ , средняя плотность магнитной энергии по объему –  $W_{mag}$ , средние электромагнитные потери в якоре –  $W_{elm}$ .

$$W_{p1} = \int_0^t i_1^2 r_1 dt; \quad W_{mag} = \frac{E \cdot D}{2} + \frac{B \cdot H}{2}; \quad W_{elm} = \int_0^t i_2^2 x_2 dt. \quad (7)$$

где:  $i_1$  – ток индуктора;  $x_1$  – полное сопротивление индуктора;  $E$  – напряженность электрического поля;  $B$  – магнитная индукция;  $D$  – электрическая индукция;  $H$  – напряженность магнитного поля;  $i_2$  – ток якоря;  $x_1$  – полное сопротивление якоря.

На рис. 4 представлены варианты конфигурации якоря из табл. 2.

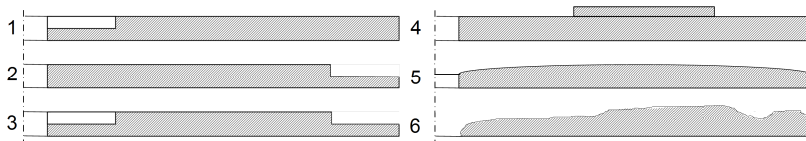


Рис. 4 – Геометрические конфигурации якоря м1-мб.

Таблица 3 – Основные параметры эффективности ИДД различных конфигураций

№	$f_{zm}$	$F_z$	$j_{lmax}$	$z$	$v_{max}$	$B$	$m$	$G_h$	$G_d$	$\theta$
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
0	13962	6.53	267.31	16.31	9.93	0.22252	1156	25	50	0.4595
1	15071	8.02	259.91	18.71	12.63	0.00722	2929	30	61	0.4853
2	15207	8.00	261.56	19.04	12.61	0.01917	2475	25	61	0.4874
3	15403	7.93	264.10	19.05	12.48	0.04731	2293	23	61	0.4927
4	15598	7.80	267.46	18.73	12.30	0.09019	2112	21	61	0.4877
5	15471	7.54	267.96	18.33	11.87	0.13729	1930	19	61	0.4802
6	15169	7.21	266.90	17.54	11.31	0.17825	1749	17	61	0.4682
7	14850	7.03	264.79	17.00	10.90	0.19703	1658	16	61	0.4547
8	14670	6.89	263.29	16.54	10.76	0.20490	1613	16	61	0.4409
9	14440	6.76	261.80	15.56	10.65	0.21535	1567	15	61	0.4347
10	15185	7.99	261.16	19.06	12.61	0.03059	2864	25	66	0.4853
11	15205	8.00	261.56	19.04	12.62	0.01916	2475	25	61	0.4874
12	15221	7.99	261.77	19.04	12.58	0.02036	2328	25	59	0.4877
13	15256	7.95	263.15	18.92	12.44	0.02782	2186	25	57	0.4917
14	15275	7.87	266.20	18.82	12.17	0.04306	2049	25	55	0.4960
15	15038	7.72	268.46	18.69	11.66	0.06193	1916	25	53	0.4990
16	14897	7.58	268.62	18.30	11.41	0.07138	1852	25	52	0.5008
17	14550	7.47	269.30	18.10	11.33	0.08054	1789	25	50	0.5038
19	14568	7.56	269.08	18.31	11.46	0.05964	1789	25	61	0.5075
20	14630	7.70	266.13	18.42	11.70	0.03998	1918	25	61	0.5003
21	14928	7.94	262.89	18.69	12.14	0.02501	2026	25	61	0.4905
22	15106	8.00	261.52	19.04	12.52	0.01916	2112	25	61	0.4877
23	15195	8.04	261.94	19.05	12.53	0.01741	2220	30	61	0.4900
24	15209	8.07	262.21	19.06	12.56	0.01677	2328	35	61	0.4925

Окончание таблицы 3.

№	$f_{zm}$	$F_z$	$j_{1max}$	$z$	$v_{max}$	$B$	$m$	$G_h$	$G_d$	$\theta$
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
25	15295	8.10	262.46	19.08	12.58	0.01619	2543	45	61	0.4944
26	15226	8.13	262.61	19.16	12.59	0.01617	2759	55	61	0.4962
27	15226	8.12	262.60	19.20	12.59	0.01617	2975	65	61	0.4978
28	10200	5.80	271.83	15.25	11.47	0.03870	2085	35	61	0.5000
29	15221	7.99	261.77	19.04	12.58	0.02036	2112	25	59	0.4877
30	15304	8.12	267.06	18.05	12.74	0.01870	2134	25	61	0.4812
31	15637	8.31	283.47	17.01	12.86	0.01769	2156	25	61	0.4756
32	15765	8.36	283.42	16.40	13.65	0.01659	2177	25	61	0.4643
33	15787	8.45	283.48	15.78	14.43	0.01593	2192	25	61	0.4601
34	16135	8.59	283.02	14.65	15.17	0.01591	2226	25	66	0.4515
35	14342	7.23	277.57	15.64	16.45	0.01652	2097	24	61	0.6712
36	15007	7.64	274.00	15.64	15.39	0.01620	2140	25	61	0.5534
37	15787	8.45	266.96	15.78	14.43	0.01593	2192	25	61	0.4834
38	16387	9.01	259.00	14.56	12.01	0.01583	2235	26	61	0.4434
39	16741	9.66	256.43	13.35	10.83	0.01573	2278	26	61	0.4268
40	11768	8.38	234.84	14.04	12.73	0.00355	2192	25	61	0.5643
41	13634	8.41	245.45	14.78	13.55	0.00955	2192	25	61	0.5543
42	15787	8.45	266.96	15.78	14.43	0.01593	2192	25	61	0.5123
43	17342	8.42	278.44	16.12	14.51	0.02493	2192	25	61	0.5034
44	19755	8.40	296.17	16.52	14.64	0.03666	2192	25	61	0.5186
45	15265	8.39	255.24	15.49	13.42	0.01613	2192	25	61	0.5093
46	11768	8.38	234.84	14.05	12.74	0.00354	2192	25	61	0.5162
47	16010	8.68	264.34	15.03	19.56	0.0152	2205	25	61	0.4632
48	15767	8.66	261.52	15.66	14.11	0.01659	2176	25	61	0.4812
49	15867	8.01	261.94	15.98	14.19	0.01593	2158	25	61	0.4756
50	16017	8.34	262.21	15.66	13.87	0.01591	2133	25	61	0.4643
51	15986	8.26	262.46	15.54	13.91	0.01652	2143	25	61	0.4601

Базовый вариант обозначен индексом 0.

Каждый полученный параметр нормирован к базовому варианту ИДД и варьируется в диапазоне  $[\min, \max]=[0, 1]$  согласно:

$$par_i = \{f_{zm}, F_z, t^+, j_{1,2max}, j_{2sred}, z, v_{max}, B_1, m, G_h, G_d, \theta, W_{p1}, W_{mag}, W_{elm}\};$$

$$par_{i_{min}} = \min\{par_{i1}, par_{i2}, \dots, par_{in}\};$$

$$par_{i_{max}} = \max\{par_{i1}, par_{i2}, \dots, par_{in}\};$$

$$par_i^* = \frac{par_i - par_{i_{min}}}{par_{i_{max}} - par_{i_{min}}} \cdot 100\% = [0, 100] \quad (8)$$

Для обобщенного анализа введем комплексный критерий эффективности для ИДД:



$$\eta^* = \sum_{i=1}^{17} \beta_i par_i. \quad (9)$$

где  $\beta_i$  – весовые коэффициенты критериев эффективности, удовлетворяющие соотношению:

$$\sum_{i=1}^{17} \beta_i = 1. \quad (10)$$

На рис. 5. представлены значения комплексного критерия эффективности для различных конфигураций ИДД при распределении весовых коэффициентов согласно табл. 4.

Таблица 4 – Вариант распределения значимости весовых коэффициентов, %.

№	$f_{zm}$	$F_z$	$j_{1max}$	$z$	$v_{max}$	$B$	$m$	$G_b$	$G_d$	$\theta$	$t+$	$j_{2max}$	Др.	$\Sigma, \%$
I	12	10	5	5	10	10	15	3	3	3	1	4	19	100
II	20	20	3	3	10	10	10	5	5	1	2	1	14	100
III	20	25	1	1	30	1	18	1	1	1	1	1	4	100
IV	5	5	8	5	5	30	5	1	1	1	5	1	23	100
V	1	1	1	1	1	30	30	15	15	1	1	1	2	100
VI	1	1	20	1	1	1	1	1	1	25	1	20	21	100

В зависимости от значения комплексного критерия эффективности согласно рис. 5 производится выбор наилучших вариантов ЭДУ с максимальным значением обобщенного критерия.

Установлены оптимальные безразмерные геометрические параметры для заданных комплексных критериев эффективности ЭДУ, равные:  $\psi=1,0$ ,  $\theta=1,12$ ,  $\varepsilon=2,5$ ,  $\varpi=0,05$ ,  $\iota=1,2$ ,  $\xi=0,3$  при которых параметры эффективности ЭДУ получают существенный рост с учетом незначительного изменения массово-габаритных значений по сравнению с базовым вариантом ИДД.

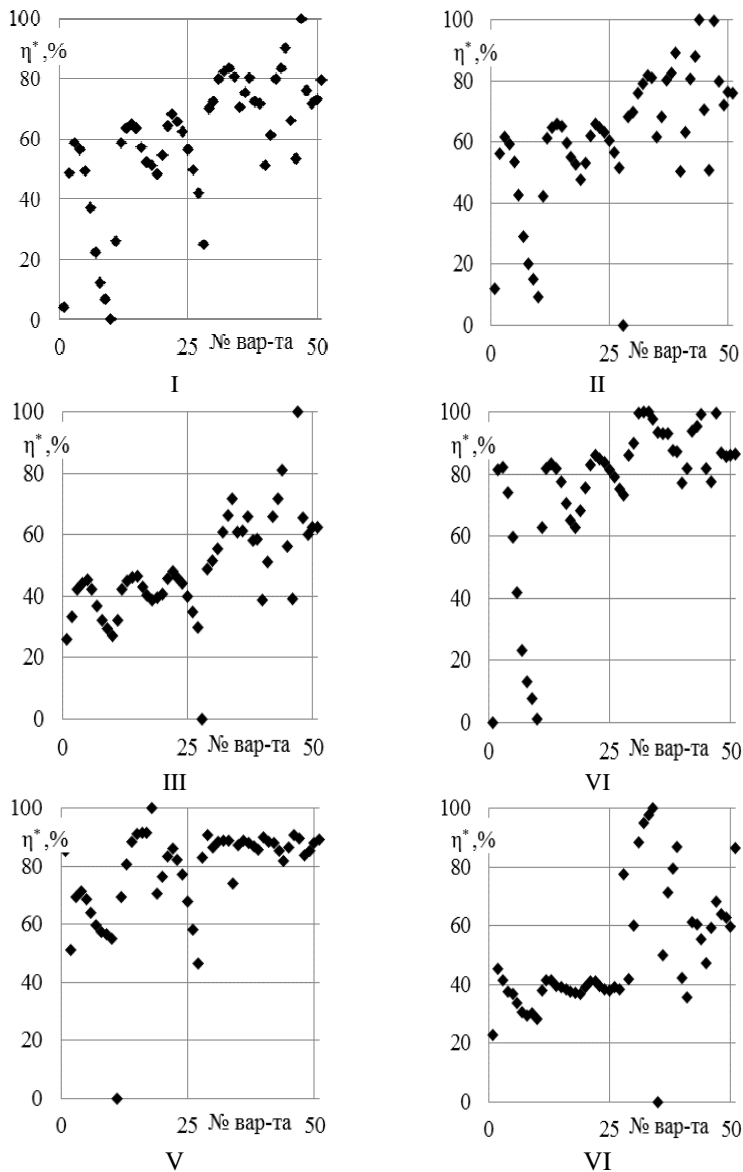


Рис.5 – Значение комплексного критерия эффективности для различных вариантов распределения значимости весовых коэффициентов из табл.4.

**Выводы.** Предложен метод синтеза оптимальных параметров индукционно-динамического устройства, основанный на введении комплексного критерия эффективности, при котором учитывается ряд силовых, массогабаритных, экологических, тепловых и электромагнитных показателей выходных параметров с учетом их важности. Установлены оптимальные геометрические параметры ИДД для заданного соотношения весовых коэффициентов частичных критериев эффективности. Синтезированы параметры ИДД, которые существенно превышают параметры базового варианта двигателя.

**Список литературы:** 1. Эффективность методов прессования корундоциркониевых порошков различной дисперсности / Анненков Ю.М., Иванов В.В., Иващутенко А.С. и др. // Изв. Томского политехн. ун-та. 2005. Т. 308. № 7. – С. 39-42. 2. Разработка эффективных технологических устройств для магнитно-эластоимпульсной вырубки-пробивки тонколистовых материалов / Здор Г.Н., Мамутов А.В., Мамутов В.С. и др. // Металлообработка. – 2001. – №2. – С. 28-32. 3. Ивашин В.В., Иванников Н.А., Кривонос Ю.И. Использование энергии импульсного магнитного поля для привода инструмента штамповочных машин // Прогрессивные технологии обработки материалов: Материалы междунар. науч.-техн. конф., Минск: УНПЦ "Метолит" БГПА, 1998. – С. 61-62. 4. Пат РФ 2248589, МПК G01V1/02/ Устройство для возбуждения сейсмических волн / Чуркин И.М., Сафонов В.Н. Заявка № 2003136117/28 от 11.12.2003. –Опубл. 20.03.2005. 5. Болюх В.Ф., Назаренко С.А. Системный подход к мультидисциплинарной оптимизации электромеханических преобразователей ударного действия // Інтегровані технології та енергозбереження. – 2010. – № 2. – С.28-36. 6. Олексенко С.В., Болюх В.Ф. Возвратно-поступательный цикл линейного индукционного импульсного двигателя // Вісник кафедри "Електротехніка". – Донецьк: ДонНТУ. – 2012. – С. 83-85. 7. Болюх В.Ф., Олексенко С.В. Влияние конфигурации якоря на эффективность линейного электромеханического преобразователя // Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. Теорія і практика. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2012. – № 49. – С. 18-26. 8. Болюх В.Ф., Олексенко С.В., Шукин И.С. Влияние параметров ферромагнитного сердечника на эффективность индукционно-динамического двигателя // Електротехніка і електромеханіка. – 2012. – №6. – С.20-27.



**Болюх Владимир Федорович**, профессор, доктор технических наук. Защитил диплом инженера по специальности "Криогенная техника" в 1979 г., диссертации кандидата и доктора технических наук в Харьковском политехническом институте по специальности электрические машины и аппараты, соответственно в 1987 и 2003 гг. Профессор кафедры "Общая электротехника" Национального технического университета "Харьковский политехнический институт" с 2004 г. Научные интересы связаны с проблемами линейных электромеханических преобразователей импульсного действия, криогенных и сверхпроводящих электромеханических устройств.



**Олексенко Сергей Владимирович**. Защитил диплом магистра в Национальном техническом университете "Харьковский политехнический институт" в 2011 г. Аспирант кафедры общей электротехники НТУ "ХПИ". Научные интересы связаны с проблемами линейных электромеханических преобразователей импульсного действия.

*Поступила в редколлегию 12.04.2013*

УДК 621.313:536.2.24:539.2

**Синтез параметров индукционно-динамического двигателя / В.Ф. Болюх, С.В. Олексенко // Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Проблеми удосконалення електричних машин і апаратів. Теорія і практика. – Х.: НТУ "ХПІ", 2013. – № 15 (988). – С. 93-104. Бібліогр.: 8 назв.**

Запропоновано метод комплексного вибору параметрів індукційно-динамічного двигуна (ІДД) з феромагнітним осердям, заснований на використанні комплексного критерію ефективності та оптимізаційного підходу, при якому враховуються масогабаритні параметри, електродинамічні показники, електромагнітні поля розсіювання, густини струмів і перевищення температур активних елементів. Синтезовані оптимальні параметри ІДП для заданого набору часткових критеріїв ефективності.

**Ключові слова:** синтез, індукційно-динамічний двигун, феромагнітне осердя, оптимальні параметри.

A method for synthesis of induction-dynamic motor (IDM) parameters with ferromagnetic core is proposed based on the utilization of an integrated criterion of effectiveness as well as an optimization technique at which weight and dimension parameters, electrodynamic indicators, magnetic leakage fields, current densities and active elements temperature differences are taken into account. The IDM optimal parameters for a given set of partial criteria of effectiveness are synthesized.

**Key words:** synthesis, induction-dynamic motor, ferromagnetic core, optimal parameters.