

дующее уравнение компенсации скалярного потенциала МП тока I_{30} на поверхности S

$$\mathbf{P} \cdot \vec{I} + \vec{P}_{30} \cdot I_{30} = 0, \quad (2)$$

где $\vec{I} = [I_1, I_2, \dots, I_N]^T$ - вектор-столбец токов МИО; $\vec{P}_{30} = [P_{301}, P_{302}, \dots, P_{30N}]^T$ - вектор-столбец коэффициентов P_{30k} ;

$$\mathbf{P} = \begin{pmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1N} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{N1} & P_{N2} & \dots & P_{NN} \end{pmatrix} - \text{квадратная матрица ко-}$$

эффициентов P_{ki} .

Решение уравнения (2) относительно вектора \vec{I} неизвестных токов МИО

$$\vec{I} = -\mathbf{P}^{-1} \cdot \vec{P}_{30} \cdot I_{30}, \quad (3)$$

где \mathbf{P}^{-1} - матрица, обратная матрице \mathbf{P} , дает закон управления токами МИО, обеспечивающий компенсацию скалярного потенциала МП тока I_{30} на поверхности S и, соответственно, в пространстве вне этой поверхности.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКРАНИРУЮЩИХ СВОЙСТВ САЭ

Для исследования экранирующих свойств САЭ вокруг нее выделялась специальная контрольная поверхность S_k кубической формы, расположенная симметрично относительно экранирующей поверхности S на расстоянии A , равном половине длины ребра куба поверхности S . На этой поверхности в заданных контрольных точках (по 9 на каждой грани поверхности) определялась напряженность МП при выключенной и включенной САЭ. Источник МП ЭО имитировался квадратным контуром с током I_{30} со стороны A , размещенным в центре САЭ.

Эффективность экранирования $K_{Э}$ МП ЭО на контрольной поверхности S_k определялась отдельно для каждой из ее граней ($S_{k1}, S_{k2}, \dots, S_{k6}$), как отношение максимальных значений напряженности МП в контрольных точках грани поверхности при отключенной и включенной САЭ. Дополнительно, для возможности косвенной оценки эффективности экранирования МП ЭО на больших расстояниях L от ЭО, для которых выполняется условие $L \gg A$, рассчитывался коэффициент K_{MM} компенсации магнитного момента ЭО, определяемый как отношение магнитного момента тока ЭО к суммарному магнитному моменту токов ЭО и МИО.

В таблице приведены параметры $K_{Э}$ и K_{MM} , определенные для САЭ с различным количеством МИО N на экранирующей поверхности S для двух вариантов положения контура с током I_{30} : когда стороны контура параллельны сторонам одной из граней поверхности S (отмечено знаком "=") и когда плоскость контура составляет угол 45° с двумя параллельными гранями поверхности S и угол 90° с другими

гранями этой поверхности (отмечено знаком " \angle ").

Таблица
Результаты определения экранирующих свойств САЭ

Кол-во МИО (N)	$K_{Э}$						K_{MM}	
	S_{k1}, S_{k2}		S_{k3}, S_{k4}		S_{k5}, S_{k6}		=	\angle
	=	\angle	=	\angle	=	\angle		
1×6=6	2.7	3.2	2.7	2.3	2.6	2.3	16	7
4×6=24	21	17	21	12	14	12	23	19
9×6=54	27	29	27	46	54	46	46	49
16×6=96	49	49	49	75	91	75	79	81
25×6=150	72	73	72	113	139	113	117	120

Из приведенных данных следует, что эффективное экранирование МП ЭО обеспечивается уже при $N = 6$ (ослабление МП ЭО в 2,3 – 2,7 раз на контрольной поверхности S_k и в 7 – 16 раз в дальней зоне) и возрастает с дальнейшим увеличением количества МИО. При $N = 150$ МП ЭО ослабляется на контрольной поверхности в 72 – 113 раз, а в дальней зоне в 117 – 120 раз.

В рамках настоящего исследования проверялись также экранирующие свойства САЭ при отсутствии МИО на отдельных участках поверхности S . В частности, при наличии МИО только на двух гранях поверхности S , параллельных плоскости контура с током I_{30} , ослабление МП тока на контрольной поверхности S_k со стороны этих граней составило величину более 5 раз при общем количестве МИО на обеих гранях $N = 8$, что свидетельствует о возможности достаточно эффективного экранирования МП ЭО в ближних локальных зонах внешнего пространства при незамкнутой поверхности экранирования S САЭ.

ВЫВОДЫ

Проведенное исследование САЭ показало возможность достижения высокой эффективности экранирования МП постоянных токов ЭО при ограниченных массогабаритных параметрах экранирующих элементов, что подтверждает основные теоретические положения метода активного экранирования, изложенные в [4].

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Проблемы электромагнитной совместимости и расчетного уровня электромагнитных помех: Симпозиум, Санкт-Петербург, 1993 // Электричество.-1994. - № 1. - С. 78.
- [2] Григорьев Б.П. Актуальные проблемы снижения физических полей судов // Труды международной конференции по судостроению. Секция А. Судовая электродинамика, магнетизм и гидродинамика. – Санкт-Петербург: Изд-во ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова, 1994. – С. 3–7.
- [3] Электромагнитные поля в биологии и медицине. Монография / Новак П. – Днепрпетровск: Пороги, 2004. - 392 с.
- [4] Розов В.Ю., Ассуиров Д.А. Метод активного экранирования внешнего магнитного поля технических объектов. Технічна електродинаміка. – 2006. - Тематичний випуск "Проблеми сучасної електротехніки". Частина 3. Київ, 2006. С.13-16.

Поступила 03.08.2006