

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫМИ ПРОЦЕССАМИ В МНОГОСЛОЙНЫХ МИКРОЭЛЕКТРОННЫХ СТРУКТУРАХ

ПЕТРОВ С. И., МАТВЕЕВ А. В.¹

¹ - БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ

Рассматривается управляемый тепловой процесс, в декартовой системе координат. Отметим, что конечной целью управления является достижение заданного распределения температуры в микроэлектронных изделиях в момент окончания процесса

Развитие теории оптимального управления связывают обычно с принципом максимума Понтрягина и динамическим программированием. Математическая теория оптимальных процессов, базирующаяся на принципе максимума, послужила теоретически обоснованной базой многих работ по анализу разнообразных прикладных задач оптимального управления, когда состояние управляемого объекта в каждый конкретный момент времени можно задавать вектором в конечномерном пространстве. При этом поведение объектов во времени должно описываться обыкновенными дифференциальными или дифференциально-разностными уравнениями. Примерно тот же круг задач управления исследовался с помощью динамического программирования. Применение всех этих методов в случае бесконечномерных систем натолкнулось на существенные трудности, которые заключались, во-первых, в том, что для таких систем не удалось найти достаточно универсальную формулировку задачи, для которой можно было бы выписать эффективно проверяемые и достаточно полные необходимые условия оптимальности. Во-вторых, даже для тех случаев, когда такие условия были получены, возникали существенные, а подчас и принципиальные трудности при их практическом использовании для построения оптимального управления или его приближений.

Многочисленные исследования такого типа задач заложили основы специальной ветви теории оптимального управления, которую называют теорией оптимального управления системами с распределенными параметрами. Процессы в таких системах описываются уравнениями с частными производными с начальными и граничными условиями. Развитию теории оптимального управления системами с распределенными параметрами посвящены работы.

Здесь, мы остановимся на постановке и разработке подходов к решению прикладных задач оптимального управления системами с

распределенными параметрами, а именно – задач оптимального управления тепловыми процессами в многослойных микроэлектронных структурах.

Будем рассматривать управляемый тепловой процесс, в декартовой системе координат. Отметим, что конечной целью управления является достижение заданного распределения температуры в микроэлектронных изделиях в момент окончания процесса t . То есть в момент времени t должно выполняться условие:

$$T(x, y, z, \tau) = T_{\tau}(x, y, z). \quad (1)$$

Условие (2.35) можно ослабить, заменив его неравенством:

$$\int_V [(T(x, y, z, \tau) - T_{\tau}(x, y, z))]^2 dV \leq \varepsilon, \quad (2)$$

где ε – заданная постоянная, характеризующая меру уклонения $T(x, y, z, \tau)$ от $T_{\tau}(x, y, z)$.

Вместо условия (2.36) можно также использовать следующее условие:

$$\max_{(x, y, z) \in V} |T(x, y, z, \tau) - T_{\tau}(x, y, z)| \leq \varepsilon. \quad (3)$$

Возможны варианты управления тепловым состоянием за счет управления источниками и за счет управления граничными режимами.

Управление будем обозначать через u и будем предполагать, что оно принадлежит множеству допустимых управлений U_d .

Качество управления будем оценивать функционалом качества $J(u)$, определенного на решениях соответствующей смешанной краевой задачи. Задача оптимального управления заключается в нахождении минимума этого функционала и управления, на котором этот минимум достигается, то есть в решении следующей задачи:

$$J(w) = \inf_{u \in U_d} J(u). \quad (4)$$

Список использованных источников

1. Гурьянова, Ф. А. Приближенный метод расчета температуры в микросхеме / Ф. А. Гурьянова, С. А. Никитин // Вопр. радиоэлектроники. Сер. ТРТО. – 1970. – Вып. 3. – С. 14–18.
2. Боскис, И. А. К расчету стационарных температурных полей в элементах и узлах микроминиатюрной РЭА / И. А. Боскис, Л. Б. Гидалевич // Вопр. радиоэлектроники. Сер. ТРТО. – 1973. – Вып. 3. – С. 89–102.

3. Боскис, И. А. К расчету нестационарных температурных полей в элементах и узлах микроминиатюрной РЭА / И. А Боскис, Л. Б. Гидалевич // Вопр. радиоэлектроники. Сер. ТРТО. – 1974. – Вып. 1. – С. 88–96.

Библиотека БГУИР