

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ И СТАБИЛИЗАЦИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ЛАЗЕРНОГО УСТРОЙСТВА

Во всем мире твердотельные лазеры получили широкое распространение в самых разных сферах деятельности человека. Рассматривается система автоматического регулирования и стабилизации температуры системы накачки твердотельного лазера - матрицы лазерных диодов. Производится идентификация объекта управления. Выбирается тип регулятора.

ВВЕДЕНИЕ

Традиционно для накачки твердотельных лазеров использовались ранее, и продолжают использоваться импульсные лампы. Однако данному способу присущ ряд недостатков [1]: невысокий КПД (7%), большое энергопотребление, необходимость в водяном охлаждении и периодическая замена ламп в силу их небольшого срока службы (200-500 часов). Альтернативой ламповой накачке является когерентная накачка лазерными диодами. Преимущества данного способа: более высокий по сравнению с ламповой накачкой КПД (40%), увеличенный срок службы (от 10000 часов). К недостаткам когерентной накачки можно отнести высокую стоимость матрицы лазерных диодов, а также сильную зависимость длины волны генерируемого излучения от температуры матрицы. Типичное максимальное отклонение от рабочей температуры составляет порядка ± 1 °С. Система автоматического регулирования температуры призвана обеспечить работоспособность лазера в широком температурном диапазоне окружающей среды.

I. ОПИСАНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

Исполнительным элементом системы является элемент Пельтье. Данную систему можно аппроксимировать аperiодическим звеном первого порядка, последовательно включенным со звеном чистого запаздывания. Структурная схема модели приведена на рисунке 1.

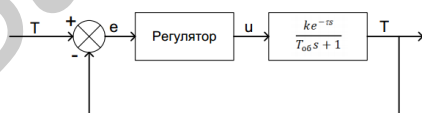


Рис. 1 – Структурная схема модели

Для выбора типа регулятора, а также компьютерного моделирования, необходима процедура идентификации объекта управления, в результате которой будут получены: динамический коэффициент усиления системы k , постоянная времени объекта $T_{об}$ и время запаздывания τ .

Был проведен ряд экспериментов, в ходе которых на вход объекта управления (два последовательно включенных элемента Пельтье СР85 производства компании CUI Inc, смонтированные на теплоотводящую поверхность матрицы диодных излучателей СЛМ-3) подавалось ступенчатое воздействие с последовательным изменением знака воздействия (нагрев – охлаждение – нагрев и т.д.). Параметры воздействия: напряжение $U = 7$ В, ток в цепи элементов Пельтье $I = 2,5$ А. После усреднения результатов получили следующие численные значения параметров объекта управления: время запаздывания $\tau = 6,7$ с, постоянная времени объекта $T_{об} = 22,5$ с, коэффициент усиления $k = 3,45$. Также было установлено, что коэффициент усиления меняется в зависимости от режима (нагрев, охлаждение). Однако, различия незначительны, поэтому ими можно пренебречь.

II. ВЫБОР РЕГУЛЯТОРА

Тип регулятора выбирается из следующих соображений [2]:

1. при соотношении $\frac{\tau}{T_{об}} < 0,2$ рекомендуется выбрать пропорциональный (П) регулятор;
2. в случае $0,2 < \frac{\tau}{T_{об}} < 1$ выбирается пропорционально-интегральный (ПИ) или пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регулятор;
3. если $\frac{\tau}{T_{об}} > 1$ рекомендуется выбор специального цифрового предиктивного ПИД регулятора.

Используя значения, полученные в ходе идентификации объекта управления, вычислим отношение времени запаздывания к постоянной времени объекта:

$$\frac{\tau}{T_{об}} = \frac{6,7}{22,5} = 0,298.$$

Принимая во внимание ранее перечисленные рекомендации, следует выбрать ПИ либо ПИД регулятор. Учитывая, что датчик температуры установлен в непосредственной близости от

источника сильных помех (цепь питания матрицы лазерных диодов, работа которой осуществляется в импульсном режиме), предпочтение отдаем ПИ регулятору, который менее восприимчив к помехам, нежели ПИД регулятор.

III. Выводы

Рассмотренная нами система автоматического регулирования и стабилизации температуры позволит эксплуатировать матрицу лазерных диодов в качестве системы накачки твердотель-

ного лазера в широком температурном диапазоне окружающей среды.

1. Вейко, В. П. Опорный конспект по курсу «Физико-технические основы лазерных технологий». Раздел: Технологические лазеры и лазерное излучение. Изд. 2-е, испр. и дополн./ В. П. Вейко //—Спб: СПбГУ ИТМО. – 2007. – 52 С.
2. Гаврилик, Т. В. Локальные системы автоматики: учебн.-мет. пособие / Т. В. Гаврилик, А. Т. Доманов //—Минск: БГУИР. – 2012. – 75 С.

Соколов Владимир Игоревич, студент кафедры систем управления БГУИР, xrrg.z500@gmail.com.

Научный руководитель: Доманов Александр Тимофеевич, кандидат технических наук, доцент, kafsu@bsuir.by.