

## МЕТОД ДИАГРАММ КАЧЕСТВА УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА С ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ КОРРЕКЦИЕЙ

**Постановка вопроса.** В работах [1-5] приведена компьютерная методика повышения качества управления условно устойчивых систем с последовательной коррекцией методом диаграмм качества управления. Теоретически доказано существование в пространстве варьируемых нулей передаточной функции последовательного корректирующего устройства и контурного коэффициента передачи этих систем линии максимальной добротности и запаса устойчивости (МДУ). В системах с параллельной коррекцией значения нулей передаточной функции системы взаимосвязаны с ее настроечными параметрами, и поэтому методика повышения качества управления должна быть для них специально разработана.

**Материалы исследования.** В качестве примера на рис. 1 приведена схема автоматического регулирования мощности ядерного реактора на тепловых нейтронах [6] с электрогидравлической системой регулирования положения кадмиевых стержней 7.

Устойчивость работы системы автоматического регулирования обеспечивается параллельным корректирующим устройством, состоящим из тахогенератора 4 и фильтра R и C. Аналогичную параллельную коррекцию с обратной связью от тахогенератора по второй производной от положения имеют многие следящие системы электропривода.

Система состоит из двух контуров: внутреннего, образованного приводом 1-2-3-5, тахогенератором 4 и корректирующим устройством RC, и внешнего, состоящего из замкнутого внутреннего контура, ядерного реактора 6-8, ионизационной камеры  $u_k$  10 и сравнивающего устройства. Передаточная функция всей системы с разомкнутой главной обратной связью с численными значениями неизменяемой части имеет вид [6]:

$$W(s) = \frac{W_b(s)}{1 + W_a(s)},$$

где

$$W_b(s) = \frac{K_b (80,64s + 1)(31,75s + 1)(6,62s + 1)(2,19s + 1)(0,62s + 1)(0,071s + 1)}{s^2 (68,03s + 1)(12,42s + 1)(2,975s + 1)(0,7s + 1)(0,075s + 1)(0,013s + 1)(0,4s + 1)(0,0025s + 1)(0,1s + 1)(0,00125s + 1)}$$

$$W_a(s) = \frac{K_a s}{(0,8s + 1)(0,4s + 1)(0,1s + 1)(0,0025s + 1)(0,00125s + 1)}.$$

Передаточная функция замкнутой системы

$$\Phi(s) = \frac{W(s)}{1 + W(s)}.$$

В результате синтеза методом ЛАЧХ в [6] получены достаточные для инженерной практики запасы по фазе и амплитуде этой условно устойчивой системы при следующих значениях коэффициентов передачи внутреннего и внешнего контуров:

$$K_a = 25, K_b = 1.$$

**Исследование системы методом диаграмм качества управления.** Зададимся пределами варьирования коэффициентов  $22 < K_a < 28$ ,  $0,5 < K_b < 8$  и построим в их плоскости изолинии перерегулирования замкнутой системы (рис. 2). Характерной особенностью полученной диаграммы является повышение запаса устойчивости при увеличении коэффициента передачи внешнего контура  $K_b$ . Например, при исходном значении коэффициента передачи внутреннего контура  $K_a = 25$  восьмикратное увеличение  $K_b$  приводит к снижению перерегулирова-

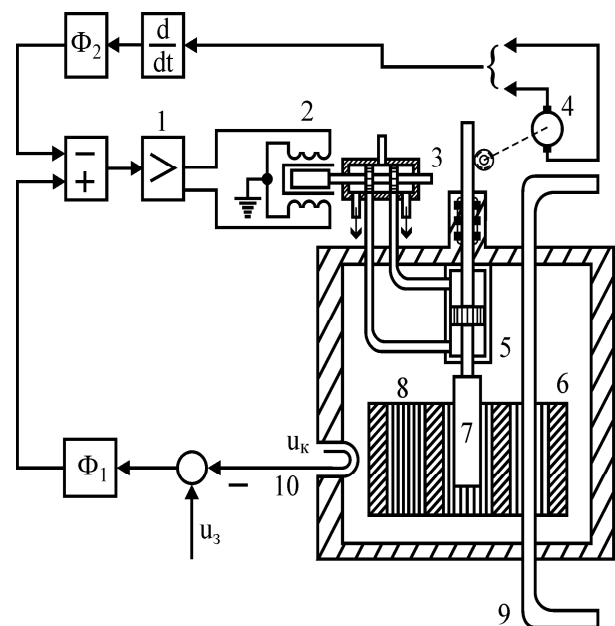


Рис. 1. Схема автоматического регулирования мощности ядерного реактора на тепловых нейтронах

ния от 60% до 24% и восьмикратному увеличению добротности системы по ускорению. Сравнительный анализ переходных характеристик на рис. 3 подтвердил многократное повышение основных показателей качества управления.

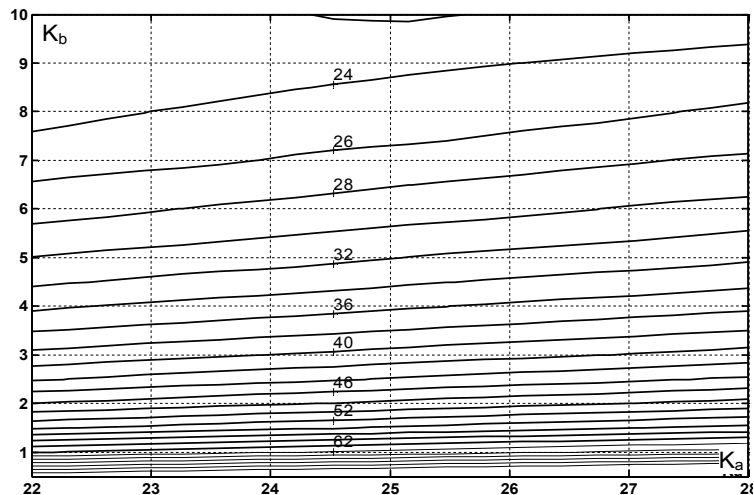


Рис. 2. Диаграмма качества управления

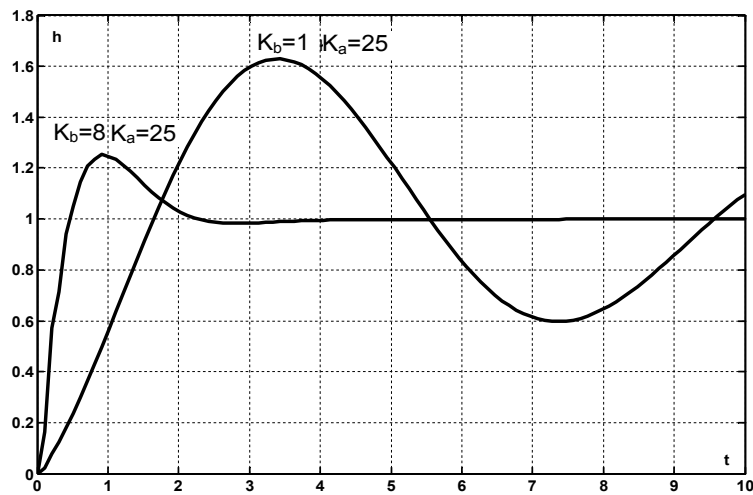


Рис. 3. Сравнительный анализ переходных процессов

Необходимо отметить, что восьмикратное увеличение коэффициента  $K_b$  приблизило точку настройки ко «дну оврага» на уровне перерегулирования 24% и его дальнейшее увеличение приводит к ухудшению основных показателей качества управления.

**Вывод.** Разработана и проверена на традиционном примере методика диаграмм качества управления для повышения качества управления условно устойчивых систем с параллельной коррекцией.

#### Литература.

1. Клепиков В.Б., Гуль А.И. Многомерная оптимизация параметров двукратно интегрирующих цифроаналоговых систем электропривода // Электричество - 1995. - № 11. - С. 42-46.
2. Гуль А.И. Балансировка добротности и запаса устойчивости электромеханических систем // Электротехника. - 2003. - № 4. - С. 55-62.
3. Клепиков В.Б., Гуль А.И. К теоретическому обоснованию минимаксного критерия для многократно интегрирующих электромеханических систем // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». - Харків: НТУ «ХПІ» - 2004. - Вип. 43. - С. 37-39.
4. Клепиков В.Б., Гуль А.И. О возможности применения и особенности минимаксного критерия качества управления для условно устойчивых электромеханических систем // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». - Харків: НТУ «ХПІ». - 2005. - Вип. 45. - С. 60-62.
5. В.Б. Клепиков, А.І. Гуль, Т.Ю. Кунченко. Комплексний критерій якості керування умовно стійких електромеханічних систем // Технічна Електродинаміка. - Київ, 2005. - Тематичний випуск «Силова електроніка та енергоефективність». - 4.3. - С. 66-68.
6. Техническая кибернетика. Теория автоматического регулирования. Под ред В В Солодовникова. Кн. 1. - М., «Машиностроение» -. 768 с. 1969.