

где $P_{\min i}$ и $P_{\max i}$ - границы допустимых значений давления в контрольной точке i -го потребителя. Ограничения (3) можно учесть с помощью метода штрафных функций [3], в результате получим другое выражение функции качества:

$$F_k = \sum_{i=1}^N \beta_i \left(1 - \frac{P_i}{P_{si}}\right) + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^2 \lambda_{ij} \cdot g_{ij} \cdot \left(\operatorname{sgn} g_{ij} - 1\right), \quad (4)$$

где λ_{ij} - достаточно большой весовой коэффициент; g_{ij} - наложенное по формуле (3) ограничение. Задача минимизации функции (4) эквивалентна задаче минимизации функции (2) при выполнении ограничений (3). Как видно из конструкции функции (4), при нарушении хотя бы одного из ограничений (3) значение функции качества (2) возрастает на величину штрафа, равного $2 \lambda_{ij} \cdot g_{ij}$. Так как величина веса λ_{ij} предполагается достаточно большой, то значения функции качества (4) в этом случае сильно зависят от степени нарушения ограничений (3). Минимизация функции (4) приводит прежде всего к минимизации штрафа, т.е. к выполнению ограничений (3), а затем к минимизации исходной функции качества (2).

Предложенный экономический критерий управления системой водоснабжения может быть эффективно использован при создании системы управления процессом водоснабжения. В частности, на его основе могут быть разработаны соответствующие подалгоритмы функционирования компьютеризованной системы управления верхнего уровня.

SUMMARY

The possible version of the economic criterion of the water-supply system control, which takes into consideration economic interests of consumers and water-supply system, is suggested. The economic well-grounded purpose of the water supply system control has been formulated.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лезнов Б.С. Экономия электроэнергии в насосных установках. - М.: Энергоатомиздат, 1991. - 144 с.
2. Гриценко К.Г., Червяков В.Д. О глобальной цели управления насосной станцией системы водоснабжения // Автоматика. Автоматизация. Электротехнические комплексы и системы. - 1997. - № 1. - С. 180-184.
3. Растриния Л.А. Системы экстремального управления. - М.: Наука, 1974. - 632 с.

Поступила в редколлегию 21 июля 1998 г.

УДК 681.513.3

ДВУХКАНАЛЬНЫЕ СЛЕДЯЩИЕ СИСТЕМЫ КАК РАЗНОВИДНОСТЬ КОМБИНИРОВАННЫХ СИСТЕМ

А.Н.Кобяков, доц.; Н.Н.Ляпа, адъюнкт

Актуальной задачей автоматического управления является повышение точности следящих систем в широком диапазоне регулирования скоростей вращения нагрузки вплоть до нулевой активной скорости.

Наиболее полное решение проблемы повышения точности следящих

систем даёт теория инвариантности, определяющая пути достижения независимости управляемой величины от возмущающих воздействий и условия точного воспроизведения на выходе системы задающего воздействия. Академиком Б.Н. Петровым сформулирован критерий реализуемости условий инвариантности, физический смысл которого состоит в том, что в системе должно быть по крайней мере два канала распространения сигналов между точкой приложения внешнего воздействия и точкой измерения величины, инвариантность которой по отношению к этому воздействию должна быть обеспечена. Наличие двух каналов является необходимым условием полного устранения ошибки, достаточным же условием-то, что новый, специально организованный канал имеет собственный вход в силовой части и какие-нибудь доступные измерению внутренние её координаты.

Принцип двухканальности Б.Н. Петрова как необходимое условие инвариантности реализован в комбинированных следящих системах. В реальных (квазиинвариантных) комбинированных системах существенное повышение динамической точности возможно с помощью введения в алгоритм управления компенсационных связей по производным от задающего (возмущающего) воздействия. Однако в таких системах удаётся повысить порядок астатизма на одну-две единицы, так как помехоустойчивая реализация уже двух производных от входного сигнала без запаздывания представляет известные технические трудности. Главным же недостатком однодвигательных комбинированных систем с точки зрения их применения для автосопровождения подвижных объектов является невозможность обеспечения с их помощью широкого диапазона регулирования скоростей вращения нагрузки, поскольку такие системы имеют общую неразветвлённую силовую часть, и диапазон регулирования скоростей на выходе равен диапазону скоростей исполнительного устройства.

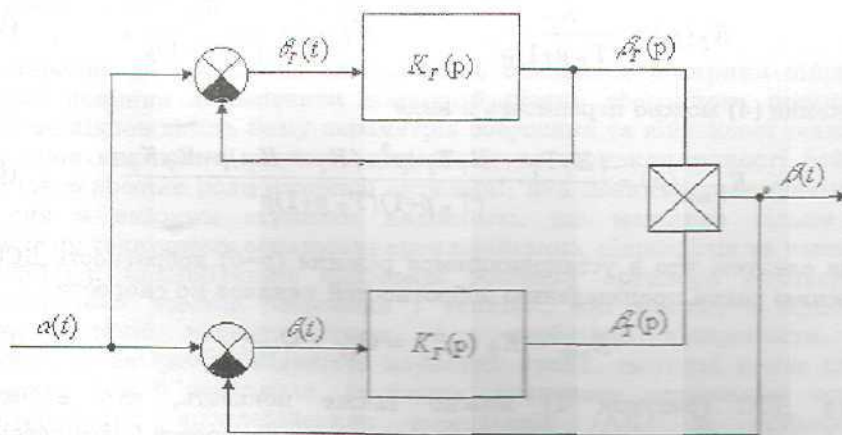


Рисунок 1 - Двухканальная следящая система

Двухканальные (двухдвигательные) следящие системы (ДСС) являются разновидностью комбинированных с тем отличием, что в них одновременно выполняются необходимое (двухканальность) и достаточное (разветвленность силовой части) условия инвариантности. Несмотря на разнообразие ДСС, общими их положительными свойствами являются высокая динамическая точность в установившемся режиме и широкий (в сравнении с однодвигательными системами) диапазон регулирования воспроизводимых угловых скоростей нагрузки. Одна из возможных структур ДСС представлена на рисунке 1.

В данной системе связь по задающему воздействию образует

замкнутый привод грубого слежения, называемый силовым; следящий привод (канал), замкнутый по выходному валу системы, называется точным или корректирующим. Суммирование выходных координат каналов ДСС осуществляется с помощью механического дифференциала.

Условие инвариантности для системы (рисунок 1) имеет вид:

$$K_{ЭГ}(p)_{p \rightarrow 0} = \frac{K_G(p)}{1 + K_G(p)} \rightarrow 1. \quad (1)$$

Из (1) следует, что ДСС (рисунок 1) обеспечивает квазиинвариантность ошибки по отношению к задающему воздействию в области частот, для которых $K_G(j\omega) \gg 1$. Передаточная функция (ПФ) системы по ошибке равна

$$K_\theta(p) = \frac{\theta(p)}{\alpha(p)} = \frac{1}{1 + K_G(p)} \times \frac{1}{1 + K_T(p)} = K_{ЭГ}(p) \times K_{ЭТ}(p). \quad (2)$$

При учёте $K_\theta(p) = K_{\theta_0}(p)p^\nu$ (2) можно записать в таком виде:

$$K_\theta(p) = K_{\theta_0}(p) \times K_{\theta_{0T}}(p)p^{\nu_{ГT} + \nu_T}, \quad (3)$$

откуда следует, что оператор ошибки ДСС (рисунок 1) равен произведению операторов ошибки отдельных каналов, а общий порядок астатизма равен сумме порядков астатизма каналов.

Передаточная функция разомкнутой системы, эквивалентной ДСС, (рисунок 1) при

$$K_{Р_экс}(p) = K_T(p) + K_p(p) + K_G(p) \times K_T(p) \quad (4)$$

равна

$$K_G(p) = \frac{K_G}{(T_G p + 1)p}, \quad K_T(p) = \frac{K_T}{(T_T p + 1)p}, \quad (5)$$

выражение (4) можно переписать в виде

$$K_{Р_экс}(p) = \frac{(K_G T_T + K_T T_G)p^2 + (K_G + K_T)p + K_T K_G}{(T_G p + 1)(T_T p + 1)p^2}, \quad (6)$$

откуда следует, что в установившемся режиме ($p=0$) добротность ДСС по ускорению равна произведению добротностей каналов по скорости:

$$K_{уек} = K_T \times K_G = Q_{СТ} \times Q_{СГ}. \quad (7)$$

Для ДСС (рисунок 1) можно также показать, что в случае $\beta_{Гmin} = \beta_{Гmax}$, диапазон плавного регулирования скоростей будет равен

$$D_\beta = D_{\beta_T} \times D_{\beta_G}, \quad (8)$$

то есть значительно шире диапазона регулирования одноканальной системы.

Таким образом, ДСС, являясь разновидностью комбинированных систем, отличаются от последних формой обеспечения квазиинвариантности ошибки к задающему воздействию, возможностью повышения порядка астатизма, которая практически не ограничена при переходе от двухканальной к многоканальной структуре, а также способностью отработки задающего воздействия в широком диапазоне плавно изменяемых скоростей. Эти обстоятельства позволяют применить

следающие системы с двухканальной структурой в средствах углового сопровождения радиоэлектронной техники ракетных войск и артиллерии, обеспечивающих высокоточное слежение за целями, движущимися по сложным траекториям с различными угловыми скоростями.

SUMMARY

The article deals with the problem of control accuracy rise in automatic control systems and electric servodrive. It was noticed that two-channel servo system has an advantage over single-channel servo system. Consideration was given to sphere of application.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петров Б.Н., Кухтенко А.И. Структура абсолютно инвариантных систем и условия их физической осуществимости // Теория инвариантности в системах автоматического управления. - М., 1964. - С. 26-48.
2. Зайцев Г.Ф. Синтез следящих систем высокой точности. - К.: Техніка, 1971. - 202 с.
3. Осмоловский П.Ф. Итерационные многоканальные системы автоматического управления. - М.: Сов.радио, 1969.-256с.

Поступила в редакцию 11 августа 1998 г.

УДК 623.42.011

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК АРТИЛЕРІЙСЬКОГО КОМПЛЕКСУ ТА ОЦІНКА ЙОГО ЕФЕКТИВНОСТІ

*А.Й.Дерев'яничук, канд.техн.наук, доц.; А.О.Вакал, ад'юнкт
(Сумський Військовий інститут артилерії)*

Відповідно до принципів та положень військової доктрини військова реформа повинна забезпечити достатній рівень оборонного потенціалу країни та відповідність йому параметрів озброєння та військової техніки.

За умов виключно високого динамізму та швидкоплинності бойових дій суттєво зростає роль наземної артилерії, яка повинна виконувати свої завдання з високим ступенем надійності, що можливо тільки при належному технічному оснащенні артилерійських підрозділів та частин.

Найбільш пріоритетним напрямом розвитку артилерії є створення перспективних зразків озброєння і техніки, які матимуть відповідні тактико-технічні характеристики. Але необхідно підкреслити, що, незважаючи на значну кількість наукових праць, сьогодні немає єдиної методики, яка б дозволила, по-перше, визначити оптимальні основні характеристики артилерійських комплексів /АК/ за критеріями, відмінними від критерію "ефективність-вартість", і, по-друге, оцінювати бойову ефективність комплексів за підсумками окремих видів бойових дій. У той же час для формування технічного абрису АК доцільно орієнтуватися на такі характеристики, за яких забезпечується залучення мінімальної кількості сил і засобів та високий ступінь надійності всіх завдань, що покладені на наземну артилерію. Таким чином, розробка цієї методики є актуальним науковим завданням.

Розглянемо один з напрямів визначення основних характеристик АК та оцінки його бойової ефективності. Але, перш ніж перейти до суто технічного вирішення проблеми, необхідно спочатку визначити роль та місце артилерії у бойових діях військ, бо саме характером та обсягом завдань артилерії зумовлюються оптимальні тактико-технічні характеристики АК.