

ЛИТВЯК А.Н., к.т.н., доцент (Национальный университет гражданской защиты Украины),
КОМАР С.В., к.т.н., доцент (Украинская государственная академия железнодорожного транспорта),
КАЛАБАНОВ В.В., адъюнкт (Национальный университет гражданской защиты Украины)

Исследование ошибки выходного сигнала инерционного исполнительного механизма с широтно-импульсным управлением

Выполнено исследование ошибки выходного сигнала инерционного исполнительного механизма с широтно-импульсным управлением. Представлены результаты исследования, даны рекомендации по выбору постоянной времени исполнительного механизма и частоты широтно-импульсного сигнала.

Ключевые слова: автоматическая система управления, исполнительный механизм, скважность, широтно-импульсная модуляция.

Постановка проблемы

В современных автоматических системах управления (АСУ), использующих цифровые вычислительные устройства, широко применяются клапанные исполнительные механизмы, работающие в импульсном режиме. Изменение длительности импульса в зависимости от управляющего сигнала называется широтно-импульсной модуляцией (ШИМ), а отношение длительности импульса к периоду следования импульсов - скважностью. Использование таких исполнительных механизмов обеспечивает удобное сопряжение цифровых вычислительных машин с гидромеханическими исполнительными механизмами (ИМ) АСУ.

Применение ШИМ управляющего сигнала, приводит к колебаниям выходного сигнала ИМ на равновесных режимах. Относительное значение выходного сигнала ИМ обозначим \bar{y} . Максимальный «разброс» выходного сигнала относительно точки равновесия можно определить как:

$$\bar{\sigma} = \left| \bar{y}_{\max} - \bar{y}_{\min} \right|.$$

Для проектирования АСУ с заданной точностью управления необходимо знать зависимость такого разброса выходного сигнала ИМ от конструктивных параметров применяемых элементов. Таким образом, существует проблема выбора параметров ШИМ – сигнала и конструктивных параметров ИМ для получения заданных статических свойств АСУ.

Анализ последних исследований и публикаций

Для воспроизведения ШИМ – сигналов разработано достаточное количество конструктивных схем [1, 2], которые применяются для управления электрическими исполнительными механизмами, выполненными на основе асинхронных электрических двигателей. Однако параметрических исследований точности воспроизведения исполнительным механизмом управляющего сигнала не представлено.

Постановка задачи и ее решение

Выполним параметрические исследования статических характеристик инерционного пропорционального ИМ двухстороннего действия с ШИМ управляющим сигналом.

Передаточная функция инерционного пропорционального ИМ будет иметь вид

$$W(p) = \frac{K}{Tp + 1},$$

где K – коэффициент усиления ИМ;

T – постоянная времени ИМ, с.

Для формирования ШИМ сигнала воспользуемся структурно-динамической моделью [3]. Общая структурно-динамическая модель исследуемой системы в пакете VisSim показана на рис. 1.

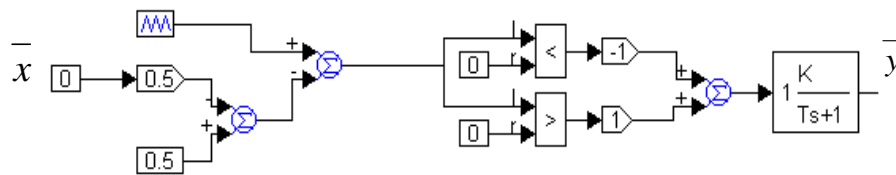


Рис. 1. Структурно-динамическая модель: \bar{x} - аналоговый входной сигнал управления

Для упрощения исследования и анализа полученных результатов будем полагать коэффициент усиления ИМ равным единице ($K=1$).

На рис. 2 показано значение выходного сигнала \bar{y} при нулевом входном сигнале $\bar{x}=0$, частоте ШИМ сигнала $f=1\text{Гц}$ и $T=1\text{с}$.

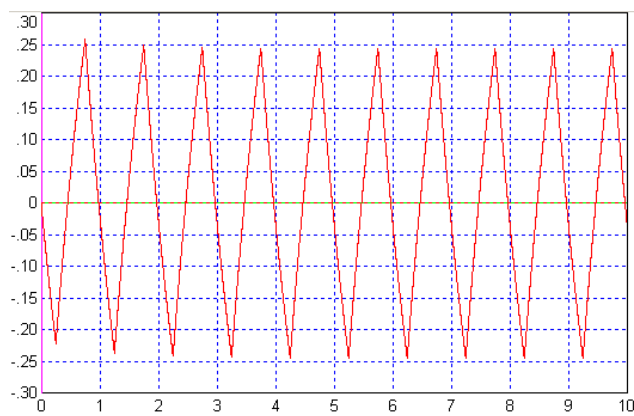


Рис. 2. Значение выходного сигнала \bar{y} при $\bar{x}=0$

При этом разброс выходного сигнала ИМ составляет $\bar{\sigma}=0,5$.

Зависимость разброса выходного сигнала от величины управляющего сигнала \bar{x} показана на рис. 3.

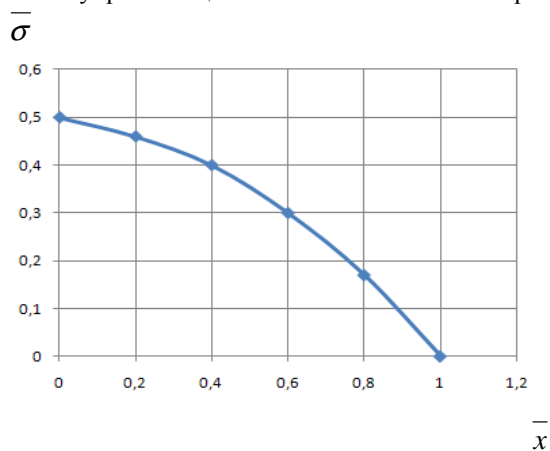


Рис. 3. Зависимость разброса выходного сигнала от величины управляющего сигнала \bar{x}

Как показали расчеты величина $\bar{\sigma}$ сильно зависит от соотношения частоты f ШИМ сигнала и постоянной времени T исполнительного механизма. Чем больше частота ШИМ или постоянная времени ИМ, тем меньше разброс выходного сигнала. Удобно результаты исследования представить в логарифмических координатах в виде зависимости $\log(\bar{\sigma})$ от безразмерного параметра $\log(T \cdot f)$ (рис. 4).

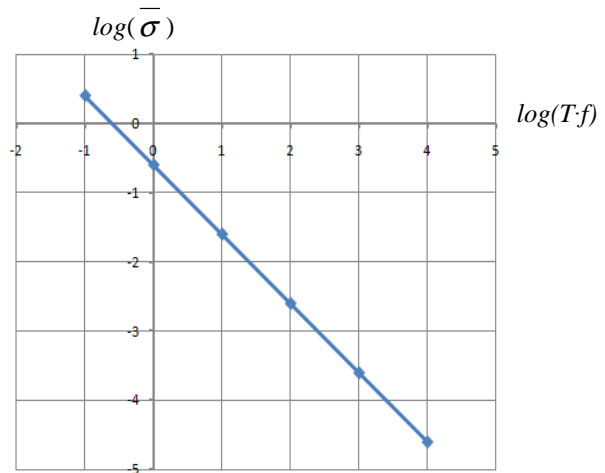


Рис. 4. Зависимость разброса выходного сигнала от безразмерного параметра $\log(T \cdot f)$

Выводы

Представленные результаты расчетных исследований показали, что разброс выходного сигнала ИМ с ШИМ управляющим сигналом зависит от безразмерного параметра $T \cdot f$. Для сохранения величины разброса выходного сигнала при снижении постоянной времени ИМ необходимо пропорционально увеличивать частоту ШИМ.

Литература

1. Волков А.В. Асинхронный электропривод на основе автономного инвертора тока с широтно-импульсной модуляцией/ А.В. Волков, А.И. Косенко // Техн. электродинамика. – Київ: ІЕД НАНУ. – 2008. – Тематичний. вип., Ч.1. – С.81–86.
2. Лазарев Г. Преобразователи для частотно-регулируемого электропривода / Г. Лазарев

//Силовая Электроника. – 2008. – №8(132). – С.14 – 23.

3. Комар С.В., Литвяк А.Н., Калабанов В.В. Структурно-динамическое моделирование широтно-импульсного управляющего сигнала в пакетах прикладных программ. Научно-технический журнал «Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте». УкрДАЗТ, 2014–№5.– с.15-17.

Литвяк О.М., Комар С.В., Калабанов В.В.
Дослідження похибки вихідного сигналу інерційного виконавчого механізму з широтно-імпульсним керуванням. Виконано дослідження похибки вихідного сигналу інерційного виконавчого механізму з широтно-імпульсним керуванням. Представлені результати дослідження, надані рекомендації з вибору сталої часу виконавчого механізму і частоти широтно-імпульсного сигналу.

Ключові слова: автоматична система керування, виконавчий механізм, скважність, широтно-імпульсна модуляція.

Litvyak A. N., Komar S.V., Kalabanov V. V. The investigation of output signal error of an inertial actuator with pulse-width control. The investigation of output signal error of an inertial actuator with pulse-width control has been performed. The results of the study have been presented; the recommendations as to the choice of the time constant of the actuator and the frequency of the pulse width signal have been given.

Key words: automatic control system, actuator, off-duty factor, pulse width modulation.

Рецензент д.т.н., професор, зав. кафедри ТТиТД
Фалендыш А.П. (УкрГАЗТ)

Поступила 18.12.2014г.