# Список сокращений

САУ – система автоматического управления;

# Введение

Целью данной работы является исследование влияния мертвого хода редуктора на появление автоколебаний в САУ (системе автоматического управления). Мёртвый ход возникает в редукторе из – за зазора между зубчатыми колёсами редуктора.

# Описание системы управления приводом подводного электромеханического манипулятора

Привод подводного электромеханического манипулятора обычно состоит из коллекторного двигателя, механической понижающей передачи и датчика угла поворота, для организации обратной связи. Его математическую модель можно описать с помощью следующих уравнений

, (1)

, (2)

, (3)

где:

*–* напряжение питания двигателя;

*–* индуктивность обмоток двигателя;

– сопротивление обмоток двигателя;

– ток в обмотках двигателя;

– коэффициент противо – ЭДС;

– скорость вращения выходного вала двигателя;

– момент на валу двигателя;

– момент на выходном валу механической передачи;

– передаточное число механической передачи;

*–* КПД механической передачи;

– момент инерции ротора двигателя;

– моментный коэффициент двигателя;

–момент инерции нагрузки и вращающихся частей манипулятора;

–момент инерции присоединенных масс;

– угол поворота выходного звена вала;

момент сухого трения, обусловленный трением в механических узлах манипулятора;

– коэффициент вязкого трения;

– коэффициент гидродинамического сопротивления;

– коэффициент позиционного момента;

– внешний статический момент.

Однако математическая модель не может описывать объект в точности и содержит ряд допущений, которые принимаются исходя из задач, для которых математическая модель составлялась. Поскольку наша задача состоит в исследовании автоколебаний вызванных мёртвым ходов механической передачи, то примем следующие допущения:

* На модель не будет приложены внешние воздействия, значит внешний и позиционные моменты рассматриваться не будут;
* Нелинейность вида будет аппроксимирована к прямой вида с коэффициентом линеаризации = 2.4;
* Моменты сухого и вязкого трения, а также составляющая динамического момента от добавочных масс также не будут учитываться из-за того, что они не оказывают значительного воздействия на данный привод.

В качестве регулятора для нашей САУ (системы автоматического управления) будет использоваться ПИД – регулятор с коэффициентами   
 . На рисунке 1 представлена структурная схема САУ.

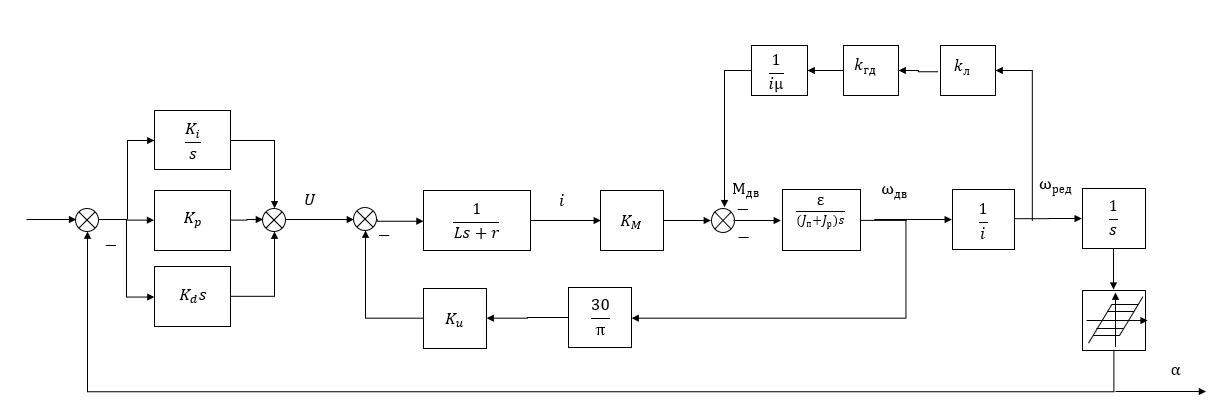


Рисунок 1 – Структурная схема САУ

В таблице 1 приведены численные параметры данной САУ.

Таблица 1 – численные параметры САУ

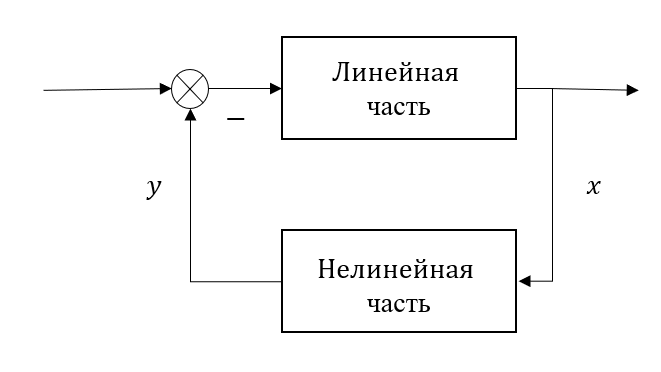
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Индуктивность обмоток двигателя *L* | Гн | 0.00027 |
| Сопротивление обмоток двигателя *r* | Ом | 1.63 |
| Моментный коэффициент двигателя *K*M | Нм/А | 0.0377 |
| Коэффициент противо – ЭДС *K*­u | В/об/мин | 0.003395 |
| Передаточное число редуктора *i* | - | 196 |
| КПД редуктора | % | 80 |
| Коэффициент гидродинамического сопротивления kгд | Нм | 0.139 |
| Коэффициент линеаризации kл | - | 2.4 |
| Коэффициент запаса | - | 1.2 |
| Момент инерции ротора *J*p |  | 0.0000042 |
| Приведённый момент инерции *J*п |  | 0,000014 |

Продолжение таблицы 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Коэффициент усиления пропорционального регулятора | - | 1800 |
| Коэффициент усиления интегрального  Регулятора | - | 35.2 |
| Коэффициент усиления дифференциального  Регулятора | - | 46 |

Для исследования процесса автоколебаний, возникающих в данной САУ нам необходимо привести её к виду который представлен на рисунке 2.

Рисунок 2 – Типовой вид исследуемой нелинейной САУ.



Выделим передаточную функцию линейной части . Передаточная функция линейной части вычисляется по следующей формуле

(5)

где:

– передаточная функция ПИД – регулятора;

– передаточная функция математической модели привода.

Передаточная функция ПИД – регулятора имеет вид

. (6)

Передаточная функция привода имеет вид

. (7)

Тогда передаточная функция линейной части будет иметь вид

. (8)

Теперь определим численные параметры передаточной функции с помощью пакета Simulink System Identification. Получим следующий результат:

(9)

Как видно из формулы 9 передаточная функция имеет свойство фильтра низких частот, а в системе присутствует одна нелинейность. Это значит, что можно линеаризовать нелинейность методом гармонической линеаризации.

# Гармоническая линеаризация нелинейности типа «люфт»

Нелинейность типа люфт имеет вид, представленный на рисунке 3. На этом рисунке отрезок [-a, a] задаёт значение мёртвого хода. В нашем случае это величина мёртвого хода 0.4о[3], значит а = 0.2. k – коэффициент наклона, в нашем случае k = 1. На графике на рисунке 4 представлены графики входного и выходного сигналов данной нелинейности при синусоидальном входном воздействие. Поскольку данная нелинейная функция неоднозначная, то её передаточная функция описывается следующим выражением:

(10)

где и коэффициенты гармонической линеаризации, а А – амплитуда входного сигнала или автоколебаний.

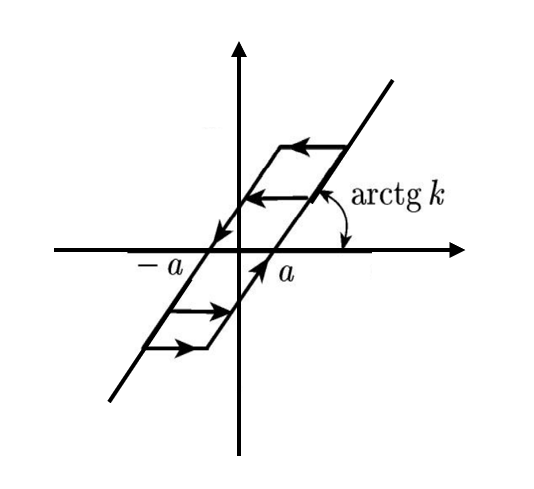


Рисунок 3 – график нелинейности типа «люфт»

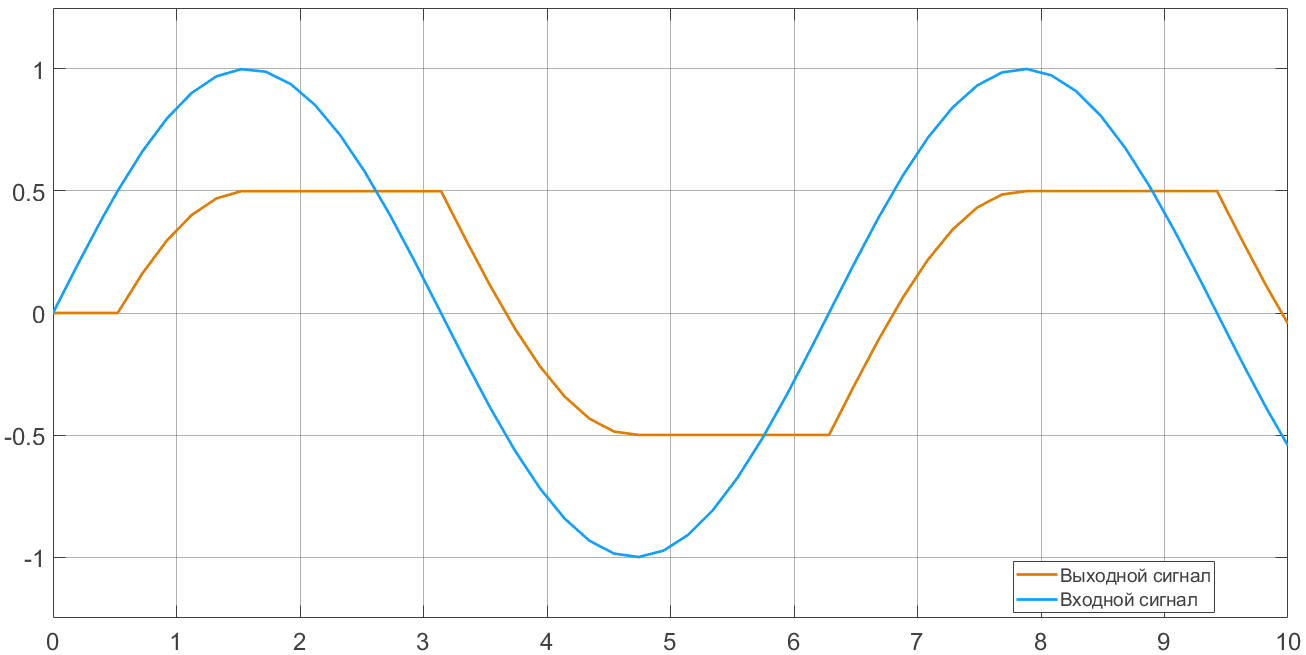


График 4 – Графики входного и выходного сигналов нелинейности типа «люфт» при синусоидальном входном воздействие

В [1] подробно описаны нахождения коэффициентов для данной нелинейности. Возьмём готовые выражения для этих коэффициентов

(11)

(12)

Формулы (11) и (12) справедливы тогда, когда выполняется неравенство .

# Частотный метод определения автоколебаний

# Список литературы

1) КИМ ТАУ

2) Попов нелинейное тау

3) Документация на редуктор