

СП – Сенсорная панель;  
 ЧП – частотный преобразователь;  
 УУ1, УУ2 – устройство управления (TPM202);  
 Дв – асинхронный двигатель;  
 МУ1 – модуль дискретного выхода;  
 МВ1 – модуль аналогового входа(МВ110-8АС).

Основные задачи применения стенда в учебном процессе можно разбить на группы, с перечнем лабораторных направлений:

Первая группа – исследование системы управления:

- управление и настройка ПЧВ;
- работа с приводами поворотных клапанов BELIMO.

Вторая группа – автоматизация технологических процессов:

- изучение методики формирования системы управления на основе HMI и контроллера ПЛК110-30 (технологический щит управления);
- изучение методики подключения исполнительных механизмов и измерительных устройств;
- изучение методики настройки, конфигурирования функциональных элементов и системы в целом;
- создание простейших программных компонентов в CoDeSyS, отработки функций контроля и управления, запись в контроллер, макетная эмуляция процесса (рис. 3).

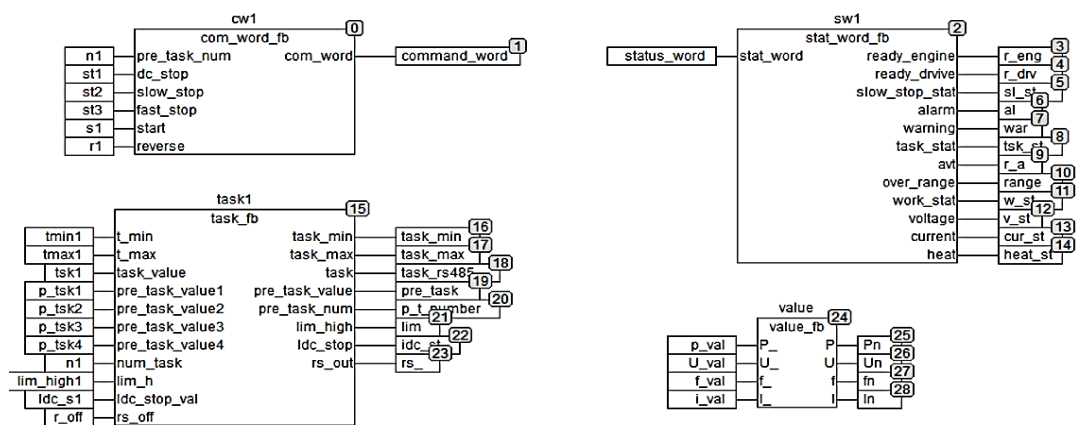


Рисунок 3 – Пример программы для ПЧВ(CodeSys2.3)

УДК 681.5

## ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ СРАБАТЫВАНИЯ ЗАХВАТА

*Слизов Д.В., студ., Авдеев Е.А., студ., Новиков Ю.В., к.т.н., доц.*

*Витебский государственный технологический университет,  
 г. Витебск, Республика Беларусь*

**Реферат.** В статье рассмотрены условия расчета времени срабатывания механизма захвата, конструкция захвата для определения усилия при повороте рычага зажима. Получение требуемой силы пружины привода определяется от взаимодействия системы электропривода и механизма, которая имеет важное значение для стабилизации процесса захвата и удержания заготовок.

**Ключевые слова:** время срабатывания, механизм захвата, зажим, сила пружины, привод, процесс захвата, удержание заготовки.

В исследовании особое внимание уделено важным критериям при выборе соединительных элементов для целостности системы в теоретически спроектированной

системе механизма захвата. Цель исследования определить время срабатывания механизма захвата, усилие фиксации и критерии конструирования искусственного интеллекта захвата деталей с использованием заготовок из конструкционных сталей диаметром от 12 до 38 мм, и массой от 50 до 750 грамм. Время можно определить теоретически и экспериментально [1]. Чтобы получить оптимальную конструкцию с точки зрения целостности и окупаемости, следует обратить внимание и отдельно проверить прочность конструкции и соединений, смоделировать систему с помощью полужесткого подхода. Привод механизма осуществляется от электромагнита. Рабочие циклы более подробно описаны в работе [1]. На определение наиболее оптимальных кинематических параметров механизма оказывает влияние время перемещения якоря электромагнита, которое обеспечивает необходимое изменение положения рычагов. Временем состояния при подаче напряжения на обмотки и временем возврата якоря в исходное положение можно варьировать в зависимости от выбранных кинематических параметров и геометрических размеров формируемой рычажной конструкции.

Анализ модели конструкции (кинематическая схема) механизма захвата рассмотрен на уровне принципа действия. представлен на рисунке 1, где обозначены: 1 – верхний поворотный рычаг; 2 – нижний поворотный рычаг; 3 – кулачек; 4 – ось кулачка; 5 – ось поворотного рычага; 6 – обрабатываемая деталь. В качестве материала использовался алюминий. Эластичность системы принята равной 71700 МПа, коэффициент Пуассона – 0,33, плотность – 2,83 10<sup>3</sup> кг / м<sup>3</sup>.

Геометрические размеры формируемой каркасной конструкции выбираются по размерам обрабатываемой детали.

Расчет времени срабатывания механизма требует определения усилия при повороте рычага изменяя параметр В (рис. 1), необходимого для преодоления силы пружины электромагнитом привода. Разработаем динамическую модель для механизма. В автоматизированном приводе используются электромагниты постоянного тока. Ход электромагнита 15 мм, номинальное тяговое усилие 100 Н. Исследование электромагнита для определения максимальной силы, развиваемой электромагнитом, в зависимости от положения якоря - параметр В (рис. 1), и снятие его статической характеристики.

Необходимо получить математическую модель динамики электромагнитного привода механизма. Уравнение, описывающее движение якоря, имеет вид:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = F_M(x) - P_{npC}(x) - F_{COP}(t) \quad (1)$$

где  $m$  – приведенная к якорю электромагнита масса подвижных звеньев механизма;  $F_M(x)$  – тяговое усилие электромагнита;  $F_{COP}(t)$  – сила вязкого сопротивления, принимаем  $F_{COP}(t) = 0$ .

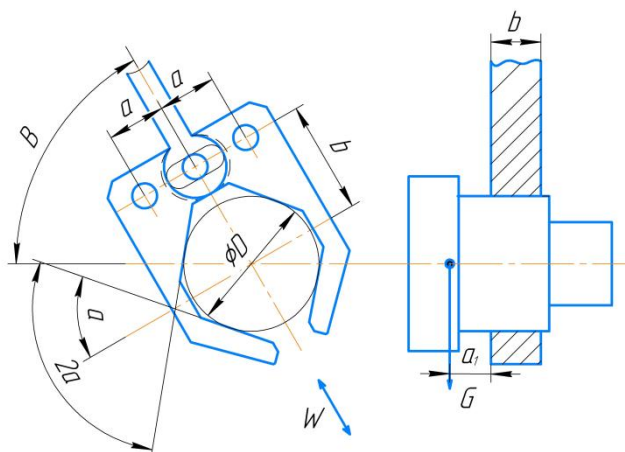


Рисунок 1 – Пример модели конструкции

$P_{npC}(x)$  – приведенная к якорю электромагнита сила сопротивления пластинчатой пружины.

$$F_M(x) = \frac{i^2}{2} \cdot \frac{dL(x)}{dx}, \quad (2)$$

где  $x$  – координата якоря электромагнита, отсчитываемая от начального положения;  $L(x)$  – индуктивность;  $i$  – сила тока в обмотке электромагнита.

Решение уравнения, описывающего изменение тока в обмотке электромагнита, с учетом того, что  $x = 0$  до момента, когда якорь приходит в движение, имеет вид:

$$i = \frac{u}{R} \cdot (1 - \exp(\frac{-t}{T_1})) , \quad (3)$$

где  $T_1$  - электромагнитная постоянная времени при включенном электромагните.

$$T_1 = \frac{L(x_0)}{R} , \quad (4)$$

где  $x_0$  – начальное положение якоря.

Анализ предельных показателей исполнительного механизма обуславливают основные ограничения выходных параметров электромагнита. Зависимость индуктивности обмотки от положения якоря для электромагнита получена экспериментально. На получение экспериментальных значений в значительной степени повлияли ограничения процессов воспроизведения в электромеханических системах. Зависимость индуктивности обмотки от положения якоря описывается следующей функцией:

$$L(x) = Ax^3 + Bx^2 + Cx + d. \quad (5)$$

Для исследуемого электромагнита экспериментально определено  $L(x)$ , ее производная по  $x$  имеет вид:

$$dL/dx = 2800Ax^2 + 730Bx + 18.$$

Требуется провести экспериментальные исследования, определить время срабатывания механизма захвата, усилие фиксации захвата деталей и критерии конструирования искусственного интеллекта захвата деталей.

#### Список использованных источников

1. Новиков, Ю. В. Проектирование шагового привода механизма позиционирования игольницы в вышивальном многоигольном полуавтомате. / Ю. В. Новиков [и др.]. // V республиканская научная конференция студентов, магистрантов и аспирантов Республики Беларусь (НИРС 2000) : материалы конференции в пяти частях. – Гродно, 2000. – Ч. 5. – С. 234–237.
2. Пискан, И., Прединча Н. и Поп Н. Конечно-элементный анализ болтового соединения. Труды в производственных системах. / И. Пискан, Н. Прединча, Н. Поп. – 5 (3), – 2010. С. 172.
3. Монтгомери, Дж. Методы моделирования болтов в болтовом соединении. В конференции пользователей ANSYS – Т.5 – 2022.
4. Катаока, Миннесота, Эль Дебс. Параметрическое исследование составных соединений балка-колонна с использованием трехмерного конечно-элементного моделирования. Журнал исследований конструкционной стали. –2014. – С. 149.