

Kilina M.S., Poleshkin M.S., Rakulenko S.V.

STRUCTURAL-PARAMETRIC CONTROL OF SPEED IN HYDRAULIC AND PNEUMATIC INSTALLATION OF MACHINERY MOVEMENT MECHANISMS

Kilina M.S., Don State Technical University, Rostov-on-Don,
Russia

Poleshkin M.S., Don State Technical University, Rostov-on-Don,
Russia

Rakulenko S.V., Don State Technical University, Rostov-on-Don,
Russia

Abstract

This article discusses how the parametric and structural-parametric drive control. Ability to use external braking devices. Advantages and disadvantages of the most common external braking devices used in process equipment.

Keywords: parametric speed control, structural and parametric speed control, braking, positioning, hydraulic shock absorbers.

С увеличением производственных мощностей все большую часть выпускаемого оборудования занимают роботизированные комплексы, агрегатные станки, автоматические линии, манипуляторы и т.д. Современные технологические комплексы зачастую осуществляют рабочий цикл в соответствии заданной циклограммой работы.

Обеспечение работы привода в соответствии с заданными циклограммами применяют параметрическое регулирование приводов (рис.1). При параметрическом регулировании сложных систем в приводы включены блоки хранения и обработки информации, а так же различные датчики[1]. Систематизации и анализ полученных данных в процессе работы оборудования, требует наличия в системе блоков хранения и анализа полученных данных. Для оборудования, выполняющего целый ряд операций, обеспечивающих выполнение нескольких технологических переходов на одном оборудовании, за один рабочий цикл, применение дорогостоящих автоматических программируемых вычислительных

комплексов можно считать оправданным. Подобные комплексы являются дорогостоящими не только сами по себе, но и требуют наличие в штате рабочей единицы, обслуживающей подобные комплексы.

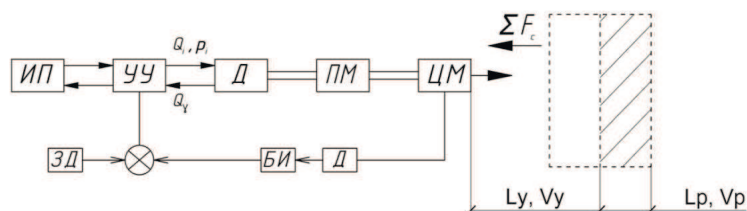


Рис.1 Параметрическое регулирование привода: ИП – исполнительный привод, УУ – узел управления, Д – двигатель, ПМ – подающий механизм, ЦМ – целевой механизм, ЭД – задатчик движения, Дч – датчик, БИ – блок хранения информации, L_y, V_y – длина и скорость установочного движения, L_p, V_p – длина и скорость рабочего хода

На примере рабочего цикла однодвигательной системы (рис.2) рассмотрим наиболее распространённую схему компоновки привода. Рабочий цикл такого привода состоит из разгона, последующего торможения, для осуществления выхода рабочего органа на скорость рабочей подачи, рабочей подачи, торможения в конце рабочего цикла и возврат в исходное положение (разгон и торможение на обратном ходе).

В приводах с параметрическим регулирование, торможения и позиционирования привода[2] на участках В-С и D-E (рис.2) достигается изменением внутренних параметров привода, т.е. изменение характеристик насосных установок, изменение параметров потока в магистралях, изменение площади поршня в полостях цилиндра, изменение гидросхемы[3]. Все эти способы торможения и позиционирования имеют ряд недостатков, к ним можно отнести такие как снижение давления, в системе, выделение большого количества тепла с последующим охлаждением системы, затруднение при осуществлении торможения по заданной циклограмме, при тяжело нагруженных приводах торможение осуществляется в несколько этапов.

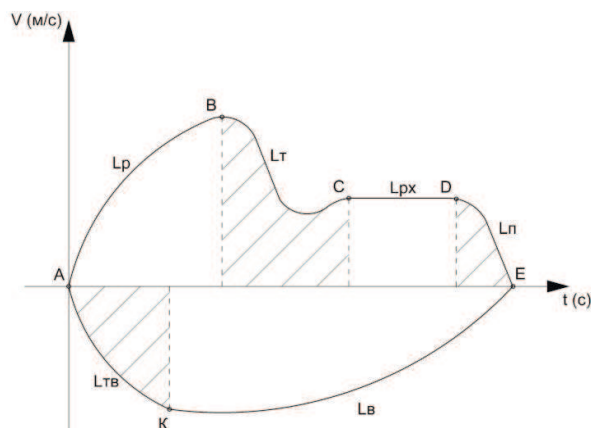


Рис.2. Рабочий цикл при параметрическом регулировании привода: L_p – участок разгона, L_t – участок торможения, L_{px} – участок рабочего хода, L_n – участок позиционирования целевого механизма, L_v – участок возврата ЦМ, L_{tv} – участок торможения

В условиях жесткой конкуренции на рынке технологического оборудования вопрос стоимости оборудования и его обслуживания становится решающим. В свете этого становится актуальным вопрос уменьшения стоимости оборудования при сохранении технических характеристик и качества готовых изделий на выходе.

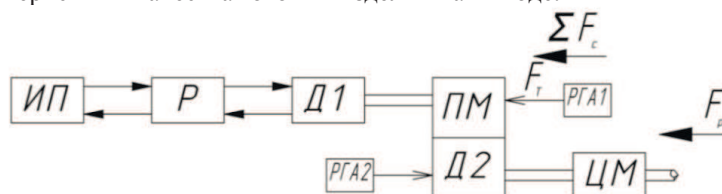


Рис.3 Структурно – параметрическое регулирование привода технологического оборудования: ИП – исполнительный привод, P – узел управления, Д1, Д2 – двигатель, ПМ – подающий механизм, ЦМ – целевой механизм, РГА1, РГА2 – регулируемый амортизатор

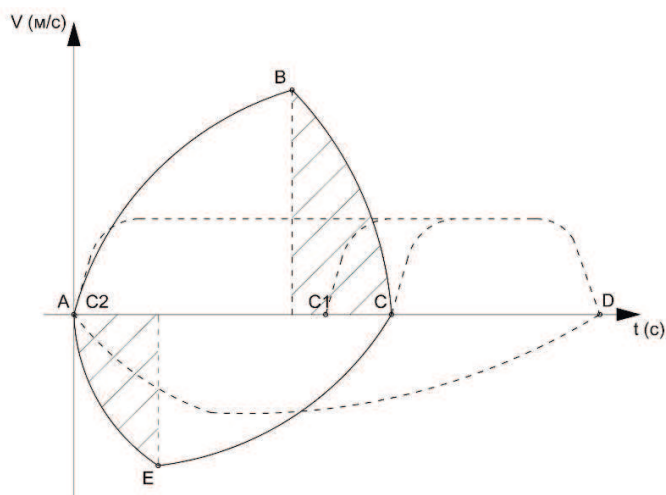


Рис. 4. Рабочий цикл при структурно-параметрическом управлении: АВ – участок разгона привода установочных движений, ВС – участок торможения привода установочных движений, СЕ – участок разгона при обратном ходе привода установочных движений, ЕА – участок торможения привода установочных движений, С1D – работа привода целевого механизма, DA – обратный ход привода целевого механизма.

Для упрощения схемы компоновки элементов циклового привода рациональным решением является разделение структуры привода на двухдвигательную систему, тем самым делая управление привода структурно-параметрическим (рис.3). Разделение структуры привода на привод установочных движений и рабочих приведет не только к оптимизации структуры привода, но и существенно снизит время всего цикла, повысив тем самым производительность оборудования в целом[4]. Например, когда подвод целевых механизмов в рабочую зону выполняется электроприводом, рабочий цикл осуществляется по траектории (рис. 4) А-В-С (подвод) и С-Е-А (отвод). Если весь цикл осуществляется при помощи гидро- или пневмоприводом, то установочные движения выполняются по траектории А-В-С (подвод) и С-Е-А (отвод), целевые – С1-D; D-А.

Рассмотрим более подробно приводы установочных движений при двухдвигательной системе. Для торможения установочных приводов, как правило, применяются внешние тормозные устройства, такие как жесткие упоры, витые пружины, резиновые буферы, различные амортизаторы (рис.5). Жесткие упоры, пружины, буферы возвращают часть кинетической энергии обратно на затормаживаемое тело, что приводит к

повреждению частей механических передач, а так же исключает возможность повышения скорости, с которой тело приходит на стопор. В случае применения амортизаторов, возможно, повысить скорость движения установочного привода и совершить остановку с требуемыми характеристиками переходного процесса торможения[5].

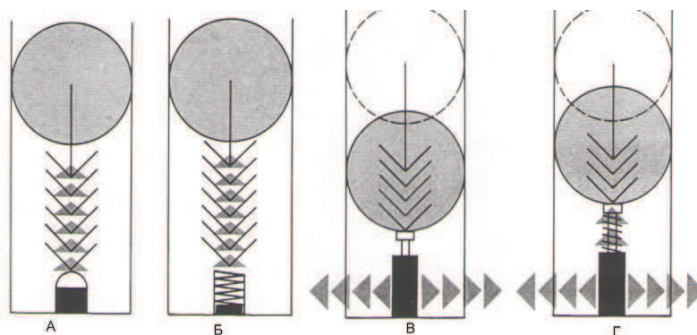


Рис.5 Типы внешних тормозных устройств:
А – Резиновый буфер, Б – Витая пружина, В – гидравлический амортизатор, Г – гидравлический амортизатор с возвратной пружиной.

Простое оборудование, как, например резиновые бамперы и витые пружины не могут быть пригодны всюду, т.к.способствуют эффекту возвратного отражения: большая кинетическая энергия, поглощенная этим оборудованием во время удара, опять переносится на тормозимое тело и способствует тем самым неконтролируемому удару, который может привести к повреждению подвижных частей привода (Рис.5). Применение жидкостных амортизаторов, которые известны так же как амортизаторы, бамперы, демпферы, стопоры, замедлители или изоляторы позволяет контролировать процесс торможения движущегося тела. Жидкостные амортизаторы работают по принципу преобразования кинетической энергии на тепловую с последующим излучением тепловой энергии в атмосферу (Рис.5 В).

Применяя внутреннюю или внешнюю возвратную пружину, обеспечим аккумуляцию части кинетической энергии[6], которая облегчает возврат поршня в начальное положение (Рис.5 Г). Те же функции, как и возвратная пружина, выполняют гидропневматический или газовый аккумуляторы. Их применяют, прежде всего, в тех случаях, когда требуется точное регулирование времени, необходимого для возврата поршня в начальное положение, то есть в промышленных роботах или поворотных столах монтажных линий.

При параметрическом регулировании привода рабочий цикл состоит из: разгона (увеличении скорости от начальной до рабочей, участок А-В), рабочего хода (движение с постоянной скоростью, участок В-С) и торможения (уменьшения скорости с рабочей до минимальной и остановкой на упоре или заданной координате, участок С-Д).

Время полного рабочего цикла привода:

$$T_{рц} = t_{разг} + t_{рх} + t_{торм}; \quad (1)$$

При структурно параметрическом регулировании привода полный цикл работы состоит из разгона А-В(С) и торможения привода В(С)-Д. Время полного цикла соответственно:

$$T_{рц} = t_{разг} + t_{торм}; \quad (2)$$

Предварительный вычислительный эксперимент показал, что разделение структуры привода и применение гидравлических амортизаторов в качестве упоров улучшает характеристики процесса торможения (отсутствуют колебания параметров скорости и давления в гидро- или пневмосистеме), что в целом приводит к повышению производительности технологического оборудования и снижению времени позиционирования выходного звена привода.

References:

- [1] V.S. Sidorenko Synthesis hydro positioning devices metalworking equipment: Abstract. Dis ... Dr. tehn. Sciences. - Rostov n / D: Publishing Center DSTU, 2001. - 38 p.
- [2] Kilina M.S. Positioning with hydraulic shock absorbers of mobile elements of the process equipment / Kilina M.S. Chernavskii V.A., Stepanov S.A. // Hydraulic machines, hydraulic drives and gidropnevmoavtomatiki: collection of reports XIV All-Russia scientific-technical conference of students and graduate students, MEI. - M., 2010.
- [3] Poleshkin M.S. Mathematical modeling of the automated positioning of hydraulic drive mechanisms targeted machines with hydraulic control circuit improved efficiency / M.S. Poleshkin, V.S. Sidorenko // Engineering Bulletin Don. - 2012, - №3 (21). - URL: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/947>. - № State registration. 0421100096. S.283-293
- [4] Kilina M.S. Dynamic positioning drives with hydraulic shock absorbers / Kilina M.S., Chernavskii V.A., V.I. Grishchenko // Bulletin of the Don. state. tehn. Univ. - 2012. - number 4 (65) - with 16-22
- [5] Kilina M.S. Analysis methods of braking with hydraulic shock absorbers for machinery mechanisms of high speed / Kilina M.S., Chernavskii V.A. // Bulletin of the Don. state. tehn. Univ. - 2009. - V. 10, №4 (47). - 545-549 p.

- [6] A utility model patent №132513 RF IPC F16F9 / 24 Hydraulic shock /
V..A. Chernavsky, M.S. Kilina - Publ. 09/20/2013.