

УДК 629.114.2

УПРАВЛЕНИЕ ГИДРАВЛИКОЙ ПРИВОДА ОТВАЛА
БУЛЬДОЗЕРА С ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ GPS
MANAGE THE HYDRAULICS DRIVE THE DOZER BLADE WITH
THE GEODETIC GPS SYSTEM

И.А. Веренич, канд. техн. наук, доц.,
А.А. Ермоленко, В.В. Вонзонок
Белорусский национальный технический университет,
г.Минск, Беларусь
I. Verenich, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,
A. Ermolenko, V. Vonzanok
Belarusian national technical University Minsk, Belarus

Объектом исследования выбран гидравлический привод отвала бульдозера ЧТЗ-Б-11. Рассмотрена математическая модель управления углом наклона отвала бульдозера и приведены результаты моделирования.

The object of research is the hydraulic drive of the bulldozer ЧТЗ-Б-11 blade. The mathematical model of bulldozer blade control is considered and the results of modeling are given.

ВВЕДЕНИЕ

Строительно-дорожная техника имеет целую систему силовых гидроприводов и различных гидросистем. Применение системы автоматического управления работой гидравлики и машины в целом позволяет: экономить строительные и горюче-смазочные материалы; сократить время и средства на выполнение геодезических работ; оптимизировать рабочее время; повысить качество выполняемых работ [1, 2, 4].

Система гидропривода отвала бульдозера включает в себя: насос, два гидроцилиндра подъема отвала, гидроцилиндр регулирования угла наклона отвала, гидрораспределители, кондиционеры рабочей жидкости, шланги, бак, соединительную арматуру.

В процессе анализа данных эксплуатации аналогичных бульдозеров выявлен основной недостаток: управление гидравликой происходит с низкой точностью.

При реализации математической модели гидропривода на ЭВМ воспользуемся программным комплексом “20-sim”, специально разработанным для анализа динамики систем компанией ControllabProducts B. V. [6, 7].

Математическую модель силовой части гидропривода угла наклона отвала с дроссельным регулированием можно описать следующей системой дифференциальных уравнений в форме Коши:

$$\begin{aligned}\frac{dx_m}{dt} &= v_m; \\ \frac{dv_m}{dt} &= \frac{c_{ce}}{m} x - \frac{c_{ce}}{m} x_m; \\ \frac{dx}{dt} &= v; \\ \frac{dv}{dt} &= \frac{s_1}{m} p_1 - \frac{s_1}{m} p_2 - \frac{c_{ce}}{m} x + \frac{c_{ce}}{m} x_m - \frac{P_{mp}}{m}; \\ \frac{dx_u}{dt} &= v_u;\end{aligned}$$

при $X_3 > 0$

$$\begin{aligned}\frac{dp_1}{dt} &= \frac{k'_{13}B}{V_1 + V_{1ГЛ}} X_3 \sqrt{|P_H - P_1|} \text{sign}(P_H - P_1) - \frac{S_1 B}{V_1 + V_{1ГЛ}} v - \frac{S_1 B}{V_1 + V_{1ГЛ}} v_u; \\ \frac{dp_2}{dt} &= \frac{k'_{23}B}{V_2 + V_{1ГЛ}} X_3 \sqrt{|P_2 - P_{cl}|} \text{sign}(P_2 - P_{cl}) - \frac{S_2 B}{V_2 + V_{2ГЛ}} v - \frac{S_2 B}{V_2 + V_{2ГЛ}} v_u;\end{aligned}$$

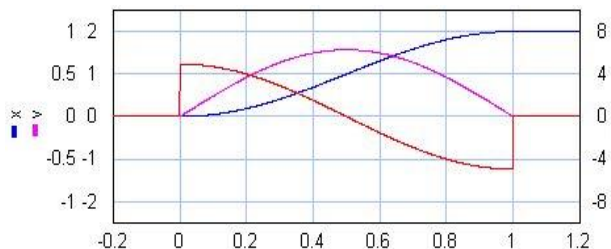
при $X_3 < 0$

$$\begin{aligned}\frac{dp_1}{dt} &= \frac{k'_{13}B}{V_1 + V_{1ГЛ}} X_3 \sqrt{|P_1 - P_{cl}|} \text{sign}(P_1 - P_{cl}) - \frac{S_1 B}{V_1 + V_{1ГЛ}} v - \frac{S_1 B}{V_1 + V_{1ГЛ}} v_u; \\ \frac{dp_2}{dt} &= \frac{k'_{23}B}{V_2 + V_{1ГЛ}} X_3 \sqrt{|P_H - P_2|} \text{sign}(P_H - P_2) - \frac{S_2 B}{V_2 + V_{2ГЛ}} v - \frac{S_2 B}{V_2 + V_{2ГЛ}} v_u;\end{aligned}$$

В основе алгоритма программы положена рассмотренная выше математическая модель силовой части привода, дополненная полным математическим нелинейным описанием четырехщелевого

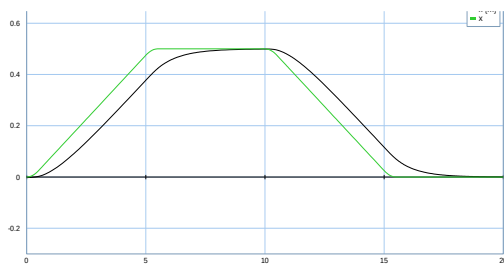
Секция «ГИДРАВЛИКА МОБИЛЬНЫХ МАШИН»

трехпозиционного гидрораспределителя следящего действия с электромагнитным пропорциональным управлением. Синусоидальный закон регулирования, управляющего воздействия приведен на рис. 3.



x – перемещение, v – скорость, a – ускорение выходного звена, t – время.

Рисунок 2 – Синусоидальный закон регулирования



а)



б)

Рисунок 3 – График перемещения штока $x_{шт} = x_{шт}(t)$ и его «идеальный» вид $x = x(t)$ при $K_y=5$. (а) и при $K_y=50$ (б)

Графики перемещения штока при разных коэффициентах усиления показаны на рис. 4. Исходя из графиков видно, что при коэффициенте усиления $K_y=5$ (а) точность позиционирования ниже, чем при коэффициенте $K_y=50$ (б).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана расчетная динамическая схема гидропривода регулирования угла наклона отвала с новым гидроцилиндром, сделано математическое описание привода, выбраны оценочные параметры: перемещение поршня и изменения давлений в поршневой и штоковой полостях гидроцилиндра; проведено моделирование и расчет оценочных параметров данного гидропривода при синусоидальном законе управления и граничных условиях по скорости перемещения штока и его ускорению. Для оценки работы всей гидросистемы привода отвала бульдозера разработана полная модель и предложен закон управления с блоком связи по каналам крена, тангажа и направления. Значения коэффициентов усиления должны быть оценены по результатам моделирования на полной модели.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.trans-mix.ru/info/gps-v-stroitelstve.php>.
2. <https://sitech-cr.ru/products/3d-gps-glonass-system-buldozer/>.
3. Пат. на п.м. №4581 Республика Беларусь U 2008.08.30, МПК (2006) F03C 1/00, F 15B15/00 Поршневой двигатель / А.В Батуро, И.А. Веренич, А.А. Широ; патентообладатель Белорусский национальный технический университет (BY), заявка № u 20070930; заяв. 28.12.2007 опубликован 30.08.2008.
4. Щербаков В.С. Автоматизация проектирования основных параметров устройства управления рабочим органом бульдозерного агрегата: монография / В.С.Щербаков, И.В. Лазута, Е.Ф. Денисова. - Омск: СибАДИ, 2012. - 128 с.
5. Попов Д. Н. Механика гидро- и пневмоприводов: Учеб.для вузов.- М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001.-320с.
6. Kleijn C. I. 20-sim 4.0 Reference Manual. Enschede, Controllab Products B. V., 2008. – 344 p.
7. Kleijn C. I. Getting Started with 20-sim 4.0. Enschede, Controllab Products B. V., 2008. – 154 p.