

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГИДРООБОРУДОВАНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ ПЕСКОСОЛЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОЙ ДОРОЖНОЙ МАШИНЫ В АВТОМАТИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ

В. А. Черехун, А. В. Карпов

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научные руководители: А. В. Ковалев, В. А. Карпов

В настоящее время на автомобильных дорогах стран СНГ работает большое количество комбинированных дорожных машин (КДМ) с пескосолераспределяющими установками. С каждым годом растут требования к качеству распределения противоголедных материалов (ПГМ) вне зависимости от скорости движения КДМ, состояния пескосольной смеси (ПСС) и других причин. Это, в свою очередь, ведет к снижению аварийности на дорогах. В типовой КДМ исполняющими рабочими органами пескосолераспределяющей установки служат разбрасывающий диск с гидромотором и транспортерное или шнековое устройство подачи ПГМ, приводимое в движение гидромотором. Управление скоростью вращения гидромотора осуществляется, как правило, через пропорциональное изменение расхода гидрожидкости посредством управляемого гидроблока – регулятора расхода. Условно способы регулирования расхода гидрожидкости на КДМ можно разбить на ручной механический и электроуправляемый.

Аппараты с пропорциональным электроуправлением применяются в основном для дистанционного управления параметрами гидропривода [1]. Однако электроуправляемый регулятор расхода обладает рядом недостатков [2], сдерживающих их массовое внедрение на пескосолераспределителях КДМ:

- дороговизна гидросистем зарубежного производства и отсутствие своевременной технической поддержки и подменного фонда;
- для обслуживания и наладки пропорциональных электроуправляемых систем требуется высококвалифицированный персонал;
- влияние уровня технологической оснастки предприятия на повторяемость параметров выпускаемых элементов гидрораспределителей и стабильность их характеристик в период эксплуатации;
- влияние гистерезиса пропорционального магнита на характеристику регулирования расхода регулятора.

На данный момент проведено исследование по определению поведения реального регулятора потока в составе гидрооборудования КДМ. Изначально предполагалось, что гидромотор идеален, а на характер операции распределения ПСС оказывает влияние только регулятор расхода рабочей жидкости (РЖ). На рис. 1 представлена функциональная схема исследования 1.

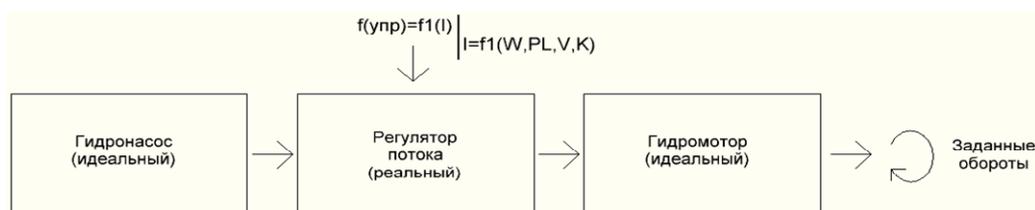


Рис. 1. Функциональная схема исследования 1

Управление регулятором осуществляется с помощью пропорционального магнита (ПМ). В ПМ происходит преобразование электрической энергии в механическую посредством осевого перемещения якоря ПМ, механически связанного с золотником гидроаппарата. При движении якоря существует сила трения $F_{тр}$, зависящая от конструктивных особенностей и качества, и изготовления магнита. Поскольку сила трения всегда направлена против движения якоря, то в характеристике $F(x)$ (при $I = const$) ПМ присутствует гистерезис, значение которого можно определить следующим образом:

$$\sigma = \frac{1}{2} \frac{\Delta F}{(F_{11} + F_{12})} 100\%, \quad (1)$$

где ΔF – максимальная разность между силой, развиваемой при выдвигании F_{11} и втягивании F_{12} .

Потребитель и департамент дорог, как правило, задается следующими основными параметрами для КДМ: максимальная рабочая скорость движения КДМ; максимальная плотность пескосолераспределения; максимальная ширина распределения ПГМ. Для большинства типовых трассовых КДМ эти параметры, соответственно, следующие: 50 км/ч; 500 г/м²; 12 м. Для указанных выше параметров типовой максимальный расход на секцию подачи ПСС имеет значение около 45 л/мин. Предположив, что исполнительные рабочие органы идеальны, было получено семейство расчетных функций расхода жидкости секции подачи ПСС в зависимости от скорости движения КДМ и ширины разброса ПСС в автоматическом режиме, исходя из следующего выражения:

$$Q_{i,j} = KW_i PLV_j, \quad (2)$$

где $Q_{i,j}$ – значение расхода секции подачи ПСС; K – коэффициент пропорциональности, учитывающий особенности конструкции подающего механизма ПГМ и его гидравлического привода; W_i – заданная ширина распределения ПГМ; PL – заданная плотность распределения; V_j – скорость движения шасси КДМ.

Однако на практике на работу разбрасывающей установки ПСС влияет КПД гидромотора, который не равен 100 % и зависит от температуры и типа рабочей жидкости (РЖ) [3]. Поэтому была произведена оценка воздействия этого фактора на

характеристики расхода РЖ гидромотором. Для этого была использована зависимость полного КПД гидромотора НШ-32 от температуры гидравлического масла на нефтяной основе ВМГЗ. На рис. 2, а приведено семейство расчетных характеристик расхода РЖ при ширине посыпки 4, 8, 12 м и при изменении скорости КДМ в присутствии гистерезиса ПМ и изменении КПД гидромотора в автоматическом режиме поддержания заданной плотности распределения. На рис. 2, б представлена расчетная зависимость приведенной погрешности распределения ПСС в зависимости от скорости движения КДМ и выбранной ширины распределения ПСС.

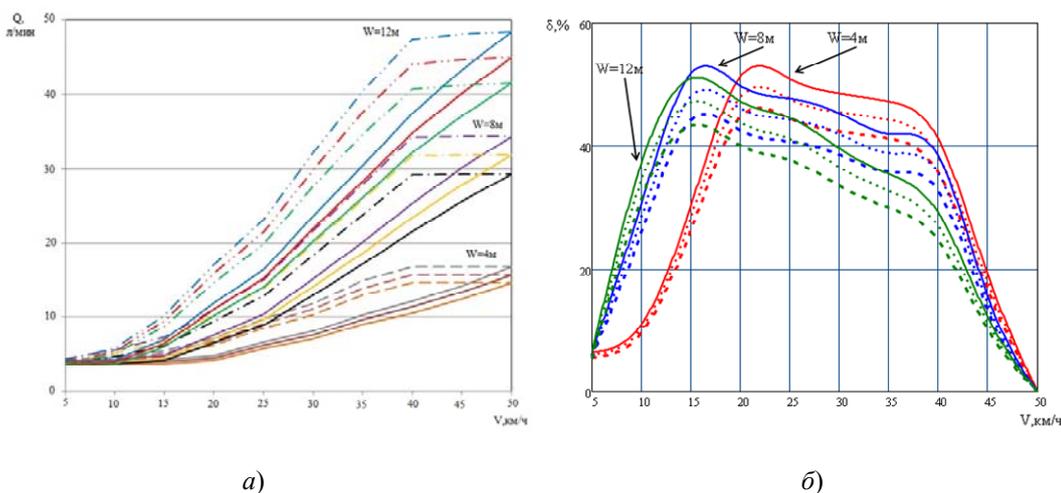


Рис. 2. Семейство характеристик расхода РЖ гидромотором и оценка приведенной погрешности

Таким образом, есть целесообразность ввода корректирующего воздействия по температуре РЖ на управляющий сигнал регулятора потока с применением программной корректировки этой температурной погрешности. На рис. 3 представлена функциональная схема планируемой корректировки температурной погрешности 2.

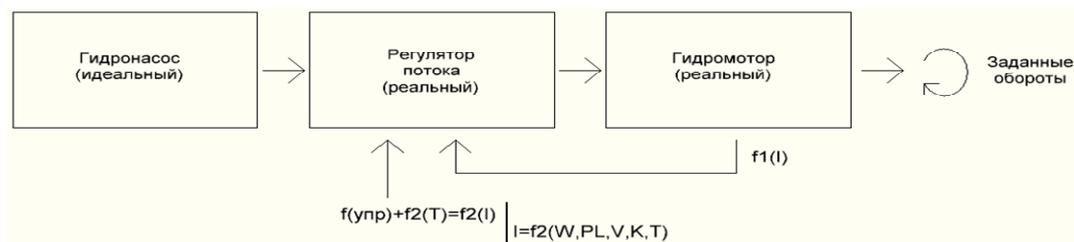


Рис. 3. Функциональная схема исследования 2

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- 1) гистерезис ПМ оказывает существенное влияние на погрешность распределения ПГМ в автоматическом режиме поддержания заданной плотности пескосоле-распределителя КДМ;
- 2) на значение погрешности распределения ПГМ оказывает влияние выбранный рабочий диапазон регулятора секции подачи ПГМ;

3) для уменьшения ошибки распределения ПГМ и сохранения заданных характеристик КДМ при наличии гистерезиса регулятора подачи ПГМ в автоматическом режиме необходимо сужать диапазон расходов регулятора и применять совместно с шиберной регулировкой выгрузного окна транспортера;

4) для уменьшения погрешности распределения ПГМ в автоматическом режиме на уровне требуемых 10 % и сохранения диапазона регулировки следует использовать ПМ с 3–4 % и менее значением гистерезиса в системах управления с обратной связью по току или применять более точные и дорогостоящие системы с обратной связью по положению золотника регулятора расхода;

5) на погрешность распределения ПГМ влияет КПД гидромотора, зависящее от температуры и типа рабочей жидкости. Таким образом на приведенную погрешность распределения ПГМ в присутствии гистерезиса ПМ накладывается дополнительная погрешность изменения КПД от температуры масла в размере $\pm 3,5\text{--}4,5\%$ в диапазоне температур $0 \dots 60^\circ$;

6) для уменьшения ошибки распределения ПГМ и сохранения заданных характеристик КДМ при наличии гистерезиса регулятора подачи ПГМ и изменении КПД от температуры масла, а также при возможном износе узлов гидрооборудования КДМ актуальна задача разработки алгоритма корректировки управляющего воздействия, учитывающего отмеченные несовершенства.

Литература

1. Интеллектуальная гидравлика: приводы с пропорциональным управлением. – 2011. – Режим доступа: <http://konstruktor.net/podrobnee-hidr/items/intellektualnaja-gidravlika-privody-s-proportionalnym-upravlenie.html>. – Дата доступа: 11.03.2014.
2. Scholz, D. Proportional hydraulics / D. Scholz. – Copyright by Festo Didactic GmbH & Co. – Denckendorf. – 2002. – 124 p.
3. Никитин, О. Ф. Рабочие жидкости гидроприводов. Классификация, свойства, рекомендации по выбору и применению / О. Ф. Никитин. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. – 151 с. : ил.