

ИССЛЕДОВАНИЕ УПРАВЛЯЕМОСТИ БЫСТРОХОДНОЙ ГУСЕНИЧНОЙ МАШИНЫ ПРИ УСТАНОВКЕ ГИДРОАККУМУЛЯТОРА В СОСТАВ ГИДРООБЪЁМНОГО МЕХАНИЗМА ПОВОРОТА

С.В. Кондаков

Нагруженность гидрообъемной передачи в механизме поворота существенно влияет на управляемость быстроходной гусеничной машины в целом. С помощью математического моделирования гидравлических процессов появляется возможность исследовать последствия установки гидроаккумулятора в состав гидрообъемного механизма поворота, оценить правильность выбора параметров на ранней стадии проектирования.

Для снижения нагрузки на гидрообъемную передачу механизма поворота предложена установка гидроаккумулятора в магистраль высокого давления. Эффект мероприятия аналогичен установке блокировочного фрикциона или гидромолоты, описанной в статье [1]. Гидравлическая схема подключения гидроаккумулятора в магистраль высокого давления приведена на рис. 1.

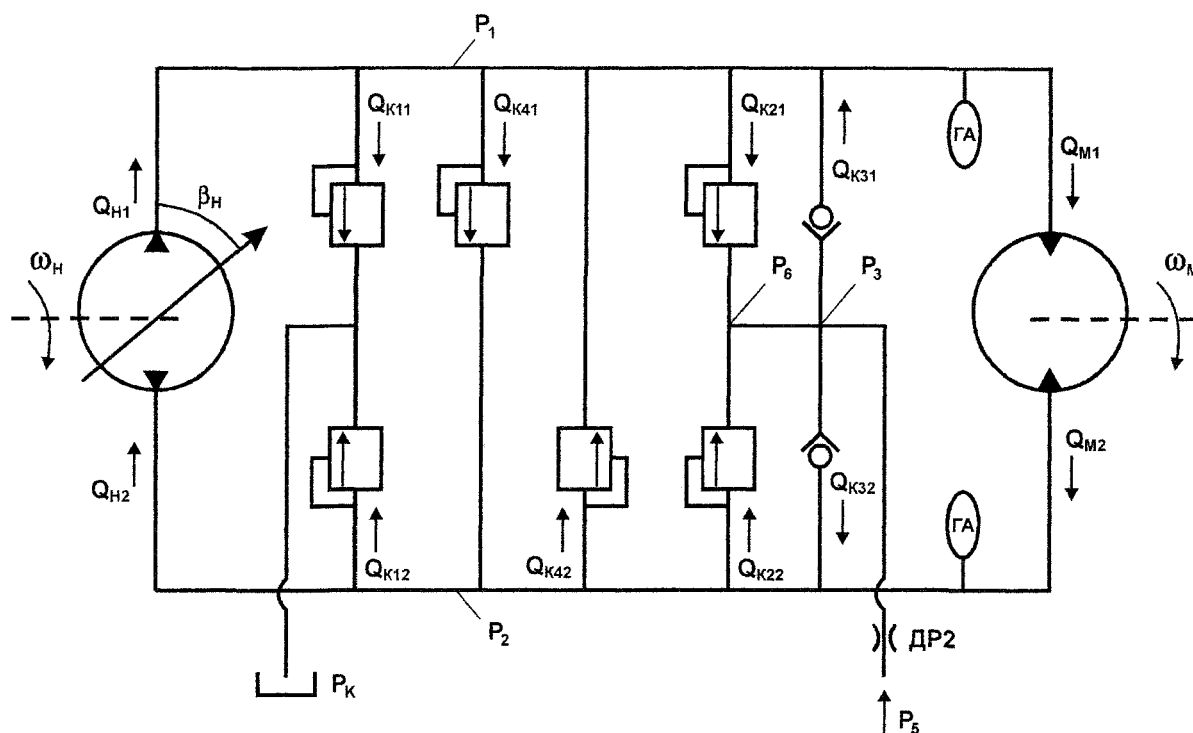


Рис. 1. Расчетная схема основного гидропривода: P_1 – давление в магистрали всасывания; P_2 – давление в магистрали нагнетания; P_k – давление в корпусе; ω_n , ω_m – частоты вращения насоса и мотора; Q_{N1} , Q_{N2} – расходы насоса на выходе и на входе соответственно; Q_{M1} , Q_{M2} – расходы мотора на входе и на выходе соответственно; ДР2 – дроссель между вспомогательным насосом и клапаном подпитки; Q_{K12} , Q_{K11} – расходы клапана охлаждения; Q_{K42} – расход перепускного клапана; Q_{K22} , Q_{K21} – расходы предохранительного клапана; Q_{K32} , Q_{K31} – расходы клапана подпитки; β_n – угол отклонения наклонной шайбы управляемого насоса

Принцип работы: при перегрузке гидрообъемной передачи (ГОП) заряжается гидроаккумулятор, при снижении нагрузки накопленная энергия выдается в магистраль высокого давления, что ускоряет вход машины в поворот. Таким образом достигается двойной эффект - во-первых, не включаются в работу предохранительные клапана ГОП, соответственно не перегревается рабочая жидкость, во-вторых, запасенная энергия расходуется на движение, а не сбрасывается в бак с перегретой жидкостью, которую еще надо охладить.

В математической модели [2] в правых частях уравнений, описывающих давления в рабочих магистралях ГОП появляются дополнительные слагаемые, характеризующие поток рабочей жидкости через гидроаккумулятор:

Расчет и конструирование

$$\frac{dP_1}{dt} = (Q_{H1} - Q_{M1} - Q_{K11} - Q_{K21} + Q_{K31} - Q_{K41} - Q_{11ГА} + Q_{12ГА}) \frac{E(P, B, n)}{V_1}; \quad (1)$$

$$\frac{dP_2}{dt} = (Q_{M2} - Q_{M2} - Q_{K12} - Q_{K22} + Q_{K32} - Q_{K42} - Q_{21ГА} + Q_{22ГА}) \frac{E(P, B, n)}{V_2}. \quad (2)$$

Здесь в дополнение к подрисуночной надписи рис. 1 $Q_{11ГА}$, $Q_{12ГА}$, $Q_{21ГА}$, $Q_{22ГА}$ - потоки рабочей жидкости в гидроаккумулятор и из него для магистрали 1 и 2 соответственно, поскольку в зависимости от условий движения каждая из них бывает магистралью высокого давления; $E(P, B, n)$ - модуль упругости жидкости, зависящий от давления P , газосодержания B и показателя политропы n ; V_1 , V_2 - объемы соответствующих магистралей.

Далее приведены результаты математического эксперимента с установкой гидроаккумулятора: на рис. 2-5 показаны графики давлений ГОП и угловых скоростей корпуса быстроходной гусеничной машины со штатным механизмом поворота и с гидроаккумулятором в механизме поворота.

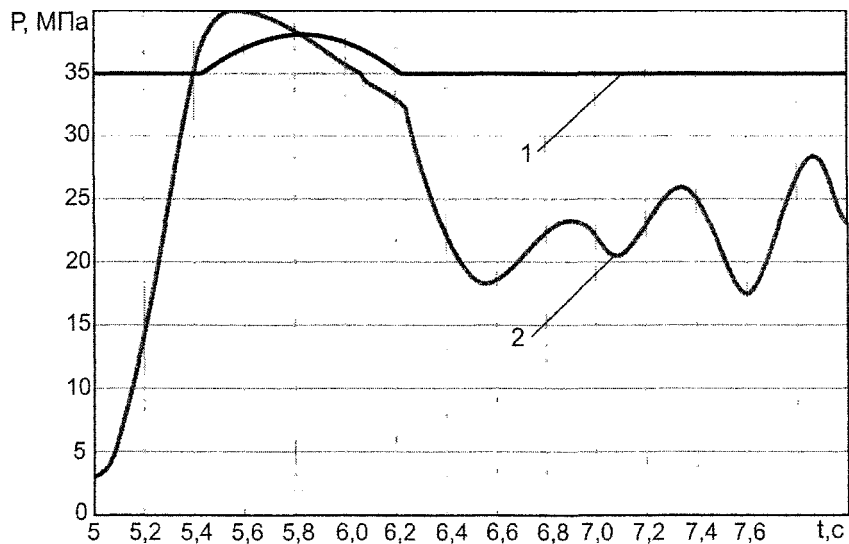


Рис. 2. Зависимости давления в ГОП и гидроаккумуляторе от времени:
1 - гидроаккумулятор, 2 - ГОП

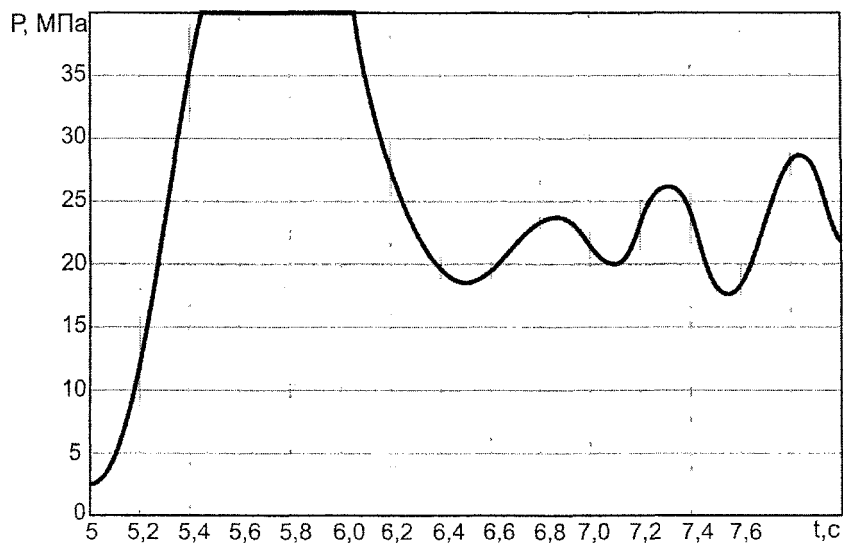


Рис. 3. Зависимость давления ГОП от времени при штатном механизме поворота

Ситуация, зафиксированная на графиках, возникает при маневре на достаточно тяжелом грунте или при резком повороте штурвала. По давлению в нагнетательной магистрали ГОП можно констатировать следующие изменения: если при штатном механизме поворота клапана ГОП

текут в течение 0,6 с (см. рис. 3), то при установке гидроаккумулятора перегрузка ГОП исключается полностью (см. рис. 2). По угловой скорости корпуса быстроходной гусеничной машины: линии 1 на рис. 4 и 5 соответствуют теоретической угловой скорости поворота, а линии 2 - реальной; если внимательно присмотреться к графикам, то можно констатировать, что, например, в момент времени $t = 6,4$ с быстроходная гусеничная машина с гидроаккумулятором имеет реальную угловую скорость корпуса 0,54 рад/с против 0,5 рад/с у штатной машины.

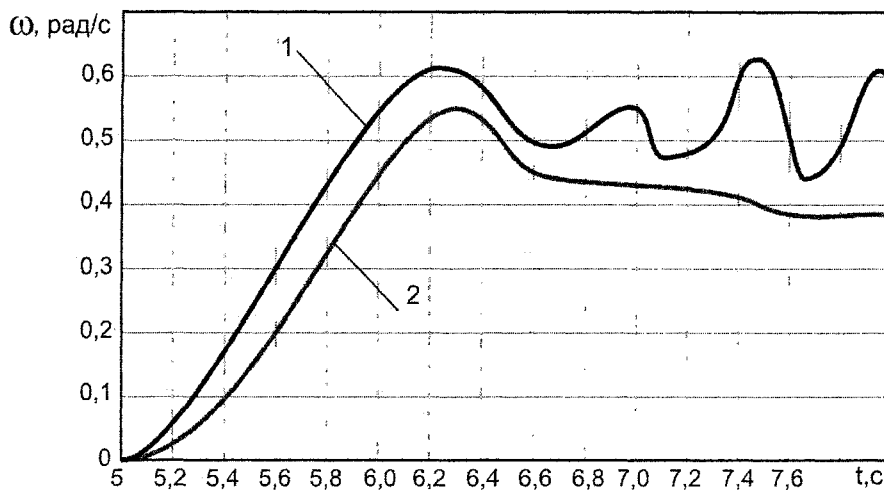


Рис. 4. Зависимости угловых скоростей корпуса машины от времени при установке гидроаккумулятора: 1 – теоретическая угловая скорость; 2 – действительная угловая скорость

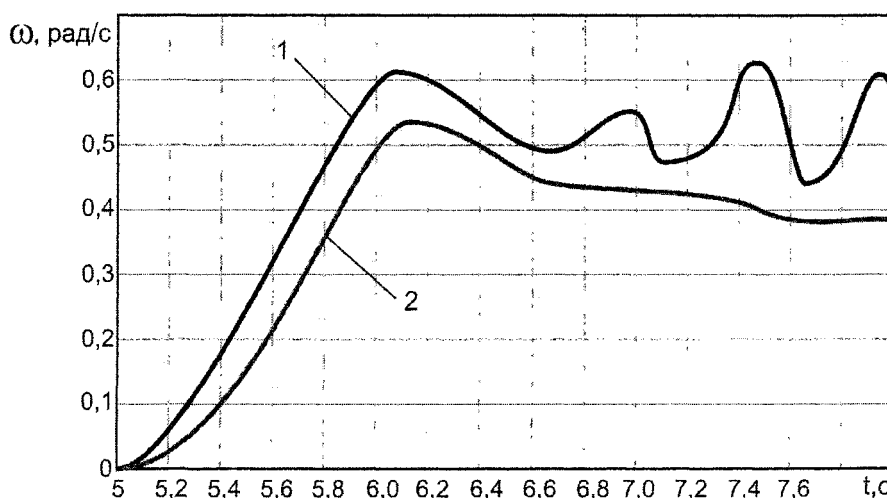


Рис. 5. Зависимость угловых скоростей корпуса БГМ со штатным механизмом поворота: 1 – теоретическая угловая скорость; 2 – действительная угловая скорость

Таким образом, показано, что математическая модель позволяет оценить на ранней стадии проектирования целесообразность внесения изменений в конструкцию механизмов поворота опытных машин. Предложенные конструктивные решения по блокировочному фрикциону, гидромуфте и гидроаккумулятору механизма поворота, работающим совместно с гидрообъемной передачей, могут быть при соответствующей проработке внедрены в производство.

Литература

1. Снижение динамических нагрузок на гидрообъемную передачу в механизме поворота / С.В. Кондаков [и др.]. // Вестник бронетанковой техники. - 1994. - № 1. - С. 49-51.
2. Кондаков, С.В. Обеспечение управляемости быстроходных гусеничных машин на переходных режимах криволинейного движения: монография / С.В. Кондаков. - Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2006. - 92 с.