

УДК 621.833.6

СЕЛЕВИЧ С. Г., ас., НТУ «ХПІ»

ВЫБОР КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО ЭЛЕМЕНТА САУ ПРОЦЕССОМ ТОРМОЖЕНИЯ

Отримано експериментальне підтвердження можливості осциляційної модуляції тиску, а також визначені раціональні конструктивні параметри виконавчого елемента.

Введение. Стоимость комплекта АБС по укрупненным оценкам для серийно выпускаемых АБС превышает 5% стоимости всего транспортного средства для большей части базовых комплектаций микро и некоторых моделей малолитражных автомобилей, которые в условиях мирового кризиса и постоянного роста цен на топливо становятся основным средством передвижения в Украине.

Анализ последних достижений и публикаций. Дороговизна комплекта АБС во многом обусловлена наличием в составе исполнительного элемента (ИЭ – модулятора давления) подкачивающего насоса или шагового двигателя [1]. Стоимость модулятора давления превышает 75% стоимости всей системы.

Совершенствование способа регулирования давления в рабочем тормозном цилиндре (РТЦ), предложенное [1] и запатентованное [2] авторами, позволяет, с одной стороны снизить стоимость ИЭ до уровня 100-120 у.е., чего вполне достаточно для установки на большинство базовых моделей автомобилей второго и первого классов, эксплуатируемых в Украине, и, с другой стороны повысить надежность системы в целом, исключив из конструкции ИЭ ряд элементов. Открытым остается вопрос выбора рациональных конструктивных параметров ИЭ, обеспечивающих его функционирование.

Цель и постановка задачи. Целью данной работы является: экспериментальное подтверждение принципиально возможности осцилляционной модуляции давления [1] а также определение рациональных конструктивных параметров ИЭ.

Экспериментальное подтверждение возможности осцилляционной модуляции. Для выполнения лабораторных испытаний была создана рабочая группа, в состав которой, помимо автора, вошло ГНПП «Объединение Коммунар», на базе которого был изготовлен лабораторный образец четырехканального ИЭ конструкции [1]. Были выдвинуты следующие цели эксперимента: экспериментальное подтверждение работоспособности предлагаемого способа регулирования давления в РТЦ; определение величины перетечек тормозной жидкости по плунжерной паре при наличии перепада давления между ГТЦ и РТЦ в течении времени, необходимого для торможения при $\varphi_{x\max} = 0,15$; определение необходимой мощности электромагнита.

Испытания проводились на специально разработанном макете участка тормозной системы, схема которого изображена на см. рис 1а. В ходе испытаний была выполнена общая проверка работоспособности каждой плунжерной пары в отдельности, для чего под торцом плунжера со стороны ГТЦ создавалось давление в 10 МПа и по показанию датчика 9 контролировалась величина установившегося давления в РТЦ. Далее на катушку ЭМ подавалось напряжение и по показанию датчика давления фиксировалось наличие и величина перепада давления. В таком положении усилием ЭМ плунжер удерживался в течении времени, необходимого для снижения скорости автомобиля до 5 км/ч со скорости 90 км/ч. Для наиболее

неблагоприятного дорожного покрытия ($\varphi_{X,MAX} = 0,15$) эта величина составляет $t_T \approx 15$ с. После чего повторно фиксировалась величина давления в РТЦ. Фрагменты осциллограммы представлены на рис. 1б.

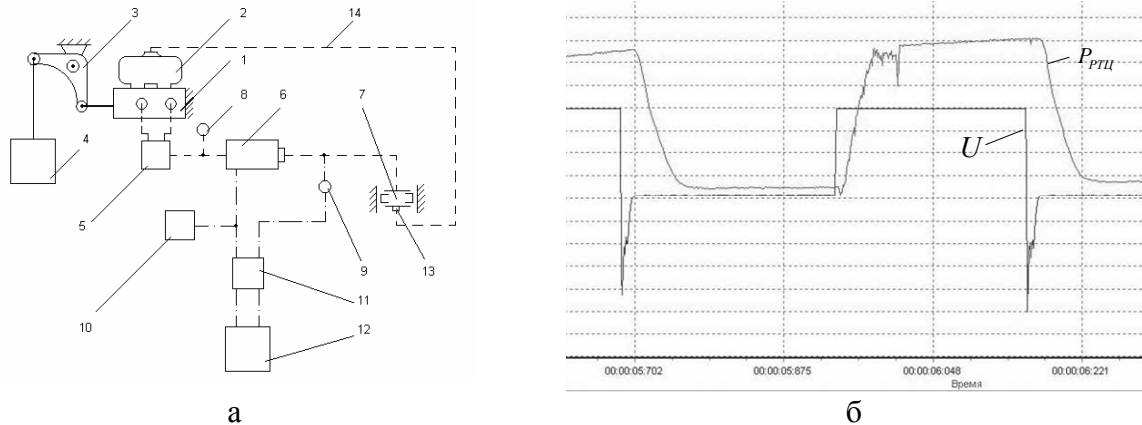


Рисунок 1 – Схема лабораторной установки (а): 1 - главный тормозной цилиндр; 2 - расширительный бачок; 3 - нагрузочный рычаг; 4 - груз; 5 - тройник; 6 - один канал регулирования (остальные заглушены); 7 - рабочий тормозной цилиндр; 8 - манометр; 9 - датчик давления; 10 - генератор импульсов; 11 - блок аналого-цифровых преобразователей; 12 – компьютер. Фрагмент осциллограммы изменения давления в РТЦ (б)

В ходе анализа осциллограмм было установлено:

- регулирование скважности управляющего сигнала позволяет управлять величиной среднего давления в РТЦ, что служит подтверждением принципиальной работоспособности конструкции;

- разность между величинами перепада давления сразу после подачи напряжения на катушку ЭМ и по истечении времени $t_T = 15$ с не превышает 5% от абсолютной величины перепада давления, что дает возможность сделать вывод об удовлетворительной величине перетечек тормозной жидкости между полостями РТЦ и ГТЦ в статическом режиме;

- абсолютная величина перепада давления ΔP под воздействием ЭМ составляет 2,3 МПа, чего в случае экстренного торможения на льду недостаточно для предотвращения блокировки колеса. Исключая наличие воздуха в тормозной жидкости, что обеспечивалось многократной прокачкой участка тормозной системы и фактом создания давления в РТЦ при движении плунжера под воздействием давления в ГТЦ, недостаточный перепад давления можно связать лишь с выравниванием сил, действующих на плунжер (см. рис. 2):

$$C_{ЭМ} \frac{i^2}{\delta^2} = \frac{\pi^2 d_{пл}^4 E}{16V} x, \quad (1)$$

где $C_{ЭМ}$ - постоянный коэффициент, являющийся функцией большого числа конструктивных параметров электромагнита, среди которых преобладающую роль играют: число витков обмотки электромагнита, диэлектрическая проницаемость материала в зазоре (тормозная жидкость), площадь поперечного сечения зазора и др., i - ток в обмотке электромагнита; $d_{пл}$ - диаметр плунжера; E - приведенный объемный модуль упругости отсеченного объема тормозного привода; V - отсеченный объем.

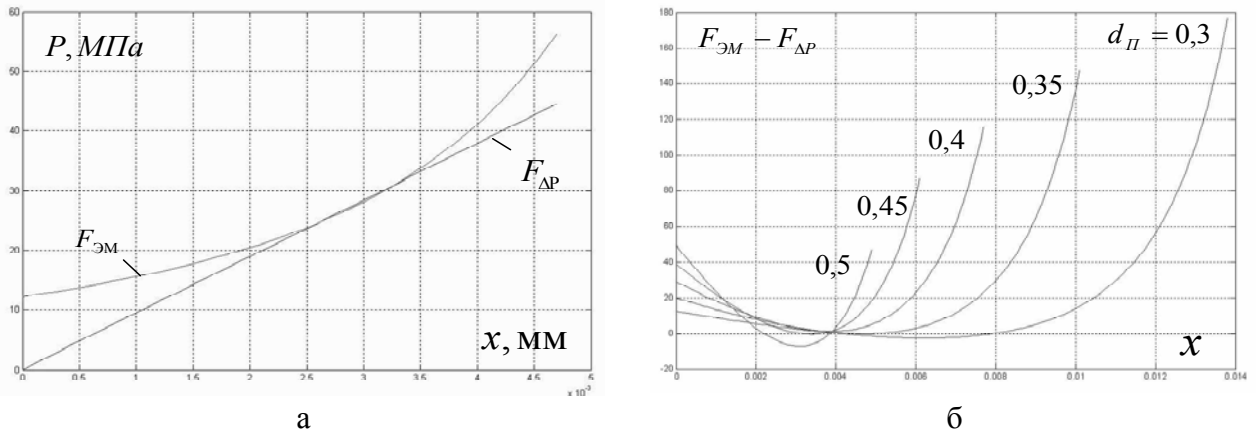


Рисунок 2 – Выравнивание сил, действующих на плунжер (а) и результаты оптимизации (б)

Наличие точки пересечения (см. рис.2) свидетельствует о недостаточной мощности ЭМ, не позволяющей реализовать сброс давления в РТЦ до нуля. Авторами была решена оптимизационная задача определения минимально необходимой мощности электромагнита, выраженной с помощью коэффициента $C_{ЭМ}$, при условии обеспечения положительной разности

$$(F_{ЭМ} - F_{ДР}) > 0, \quad (2)$$

где $F_{ЭМ}$ - сила создаваемая ЭМ, $F_{ДР}$ - сила обусловленная перепадом давления для любого $x \in (0..x_{max})$. При этом варьировалась величина диаметра плунжера d_{II} во всем конструктивно возможном диапазоне [3..10] мм с шагом 0,5 мм. На рис. 2б представлены графики изменения величины $F_{ЭМ} - F_{ДР}$ по ходу плунжера для различных значений d_{II} и величины $C_{ЭМ} = 9,5 * C_{ЭМ,ЭКСП}$.

По результатам оптимизации вычислена минимально необходимая мощность ЭМ $C_{ЭМ} = 8,5 * C_{ЭМ,ЭКСП}$ соответствующая $d_{II} = 3.5$ или 4 мм. Это подтверждает правильность выбора $d_{II} = 3,5$ мм для опытного образца. Необходимого увеличения мощности ЭМ можно достичь рядом способов, среди которых могут быть: уменьшение минимального зазора между сердечником и статором электромагнита δ_0 , увеличение числа витков обмотки, увеличение питающего напряжения и др.

Выводы

В результате обработки данных численного и натурального экспериментов было установлено, что предложенный способ модуляции и его конструктивная реализация являются пригодными для использования в ИЭ САУ торможением при условии увеличения мощности ЭМ.

Список литературы: 1. Гецович Е.М., Селевич С.Г., Мартынец Т.В. Совершенствование способа модуляции давления в гидравлическом тормозном приводе // Вестник НТУ «ХПИ» «Автомобиле- и тракторостроение», 2006. - №6. 2. Патент Украины № 87689, МКВ В60Т 8/00 «Модулятор тиску в гідравлічному гальмівному приводі» / Гецович Є.М., Селевич С.Г., Мартинець Т.А. Заявлено 29.12.06, опубліковано 10.07.08. Бюл. №13.