

УДК 629.4.027

ПІСАРЄВ В.П., д.т.н., проф., Академія внутрішніх військ МВС України

МОЖЛИВОСТІ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ З ГАЛЬМУВАННЯ ЗА ВІДСУТНІСТЮ ПРОБОЮ ПІДВІСКИ

Наведено результати теоретичних досліджень процесу гальмування бронетранспортера (БТР) з різними варіантами конструкцій гідропневматичних підвісок

Вступ. Конструкція підвіски колісної машини суттєво впливає на параметри її руху. Важливою при цьому є оцінка впливу конструкції і на показники гальмування (відомо, що підвищення ефективності гальмування дає можливість підвищити тактико – технічні характеристики транспортних засобів, зокрема БТР). Зокрема, використання оригінальної конструкції підвіски БТР вимагає оцінки показників гальмування за критерієм відсутності пробою підвіски.

Аналіз посліdnіх досягнень та публікацій. На основі оглядових статей [1] зроблено висновок, що конструкції сучасних багатовісних машин мають певні особливості і за деякими відзнаками суттєво відрізняються. Дослідженням впливу конструкції підвіски на параметри руху корпусу машини, у тому числі з позиції плавності ходу, присвячено багато робіт, зокрема [2,3]. Але питанню впливу характеристик підвіски на ефективність процесу гальмування без пробою підвіски приділено недостатньо уваги. Особливо для машин типу БТР з різними конструкціями перспективних гідропневматичних підвісок [4,5], з малою жорсткістю в межах подвійного статичного ходу, зокрема.

Мета та постановка задачі. Метою роботи є дослідження гальмування БТР за різними варіантами конструкцій гідропневматичних підвісок (ГПП) (з кулько-гвинтовим передаточним механізмом – повздовжнього горизонтального розташування та без кулько-гвинтового передаточного механізму – вертикального розташування).

Можливості транспортного засобу з гальмування за відсутністю пробою підвіски. Наведено результати розрахунків процесу гальмування за різними варіантами конструкцій підвісок.

Принципові схеми ГПП, що розглядаються (з різними варіантами конструкцій гідропневматичних пружних елементів (ГППЕ)) наведено на рис. 1, а на рис. 2 – принципову схему ГППЕ з кулько - гвинтовим передаточним механізмом (КГПМ)

Для порівняння прийнято у розрахунках машина з однаковими параметрами підвіски та машини (статичним та динамічним ходами; коефіцієнтом динамічності; передаточним числом від колеса до ГППЕ в зоні статичного ходу; попереднім тиском в ГППЕ; демпферної характеристики; масовими і геометричними параметрами машини). Окрім того прийнято, що обмежувачі ходів відсутні.

Розрахунки проведені за математичною моделлю, у відповідності до розрахункової схеми, яка наведена на рис. 3.

В процесі руху БТР на високій швидкості імовірність пробою підвіски не висока. При моделюванні руху БТР можливо зробити оцінку параметрів руху з урахуванням конструкції та параметрів підвіски коліс. Наведено результати теоретичних розрахунків процесу гальмування БТР з різними варіантами конструкцій гідропневматичних підвісок (ГПП) (з кулько-гвинтовим передаточним механізмом – повздовжнього

горизонтального розташування та без кулько-гвинтового передаточного механізму – вертикального розташування).

На рис. 1 наведено принципові схеми підвісок за різними варіантами конструкцій гідропневматичних пружних елементів (ГППЕ), а на рис. 2 – принципову схему ГППЕ з кулько-гвинтовим передаточним механізмом (КГПМ).

Для порівняння прийнято у розрахунках машина з однаковими параметрами підвіски та машини (статичним та динамічним ходами; коефіцієнтом динамічності; передаточним числом від колеса до ГППЕ в зоні статичного ходу; попереднім тиском в ГППЕ; демпферної характеристики; масовими і геометричними параметрами машини). Окрім того прийнято, що обмежувачі ходів відсутні.

Розрахунки проведені за математичною моделлю, у відповідності до розрахункової схеми, яка наведена на рис. 3.

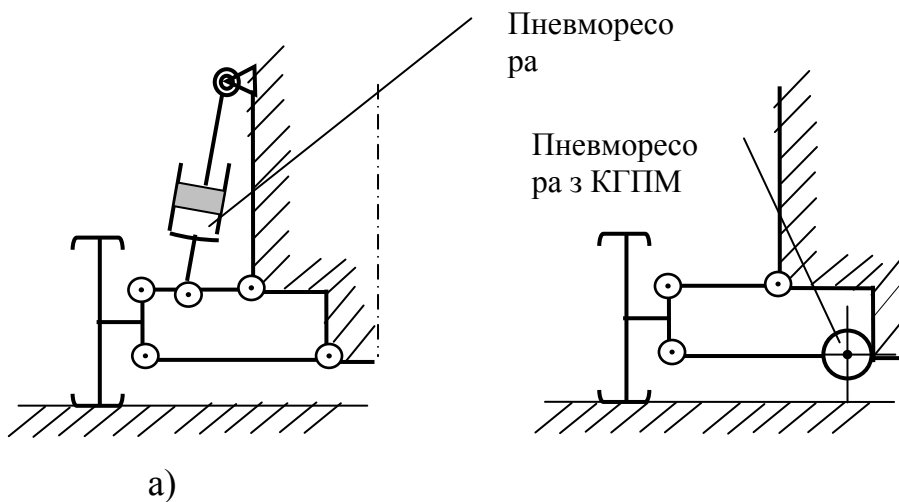


Рисунок 1 – Принципові схеми підвісок:
а) вертикального розташування ГППЕ без КГПМ; б) горизонтального розташування ГППЕ (паралельно поздовжній осі машини) з КГПМ

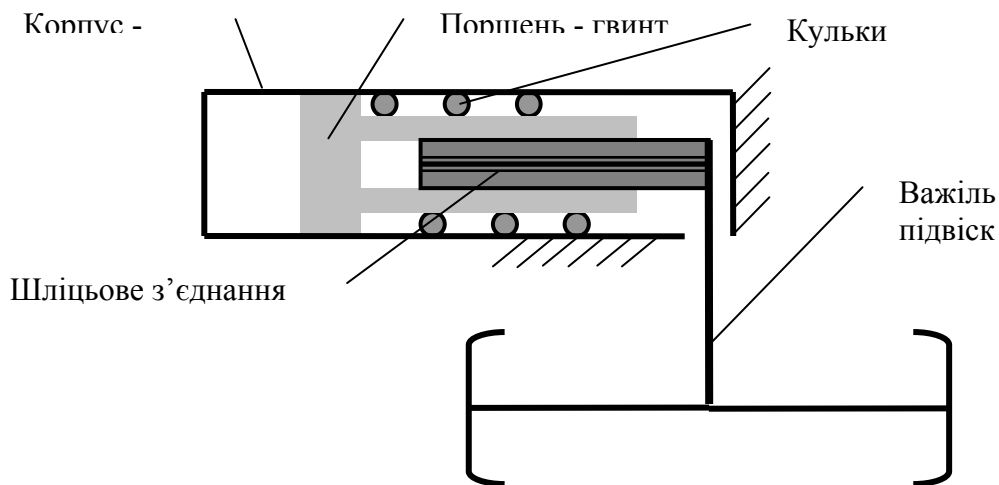


Рисунок 2 – Принципова схема підвіски з ГППЕ з кулько - гвинтовим передаточним механізмом (КГПМ)

Система диференційних рівнянь за математичною моделлю має наступний вид:

$$0,5 \cdot M \cdot \ddot{z} = \sum_{i=1}^4 P_{zpi} - 0,5 \cdot G;$$

$$0,5 \cdot I_y \cdot \ddot{\alpha} = \sum_{i=1}^4 P_{zpi} \cdot l_i + M_T;$$

$$m_1 \cdot \ddot{z}_1 = P_{zn1} - G_1 - P_{zp1};$$

$$m_2 \cdot \ddot{z}_2 = P_{zn2} - G_2 - P_{zp2};$$

$$m_3 \cdot \ddot{z}_3 = P_{zn3} - G_3 - P_{zp3};$$

$$m_4 \cdot \ddot{z}_4 = P_{zn4} - G_4 - P_{zp4}.$$

де M, G, I_y – маса, вага та момент інерції підресореного корпусу;

P_{zpi} – зусилля між колесом і корпусом машини обумовлене дією пружних і демпфуючих сил підвіски;

l_i – відстані по горизонталі від центру маси підресореного корпусу до вісі i -го колеса;

m_i, G_i – маса та вага непідресорених частин підвіски;

P_{zni} – зусилля між опірною поверхнею і колесом i -ї підвіски;

M_T – гальмовий момент ($M_T = 0,5M_0 \times Y \times h_c$, де Y – уповільнення руху машини, закон зміни якого в часі однаковий для варіантів, які розглядаються).

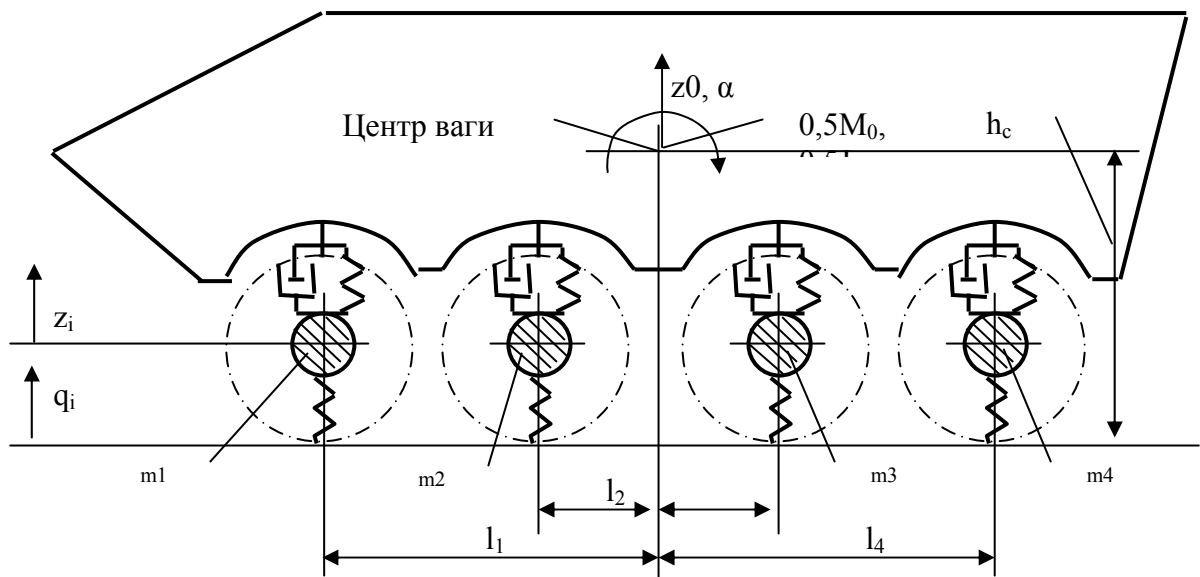


Рисунок 3 – Розрахункова схема динаміки машини при гальмуванні

За розрахунками побудовані осцилограми (див. рис. 4, 5) робочих процесів при гальмуванні (осцилограми zSp_i зміщень 1, 2, 3, 4 коліс відносно корпусу машини):

$$zSp_i = Z_0 \pm L_i \cdot \varphi - Z_i$$

Прикладення гальмового моменту M_T починається на другій секунді з початку робочих процесів, коли перехідний процес коливань встановиться (коливання на початку руху викликані прикладенням сил ваги). Треба відмітити, що різні величини відносних зміщень коліс (найменші на колесах передніх і найбільші – на задніх) викликані диферентом корпусу на корму внаслідок зміщення на корму центра ваги машини.

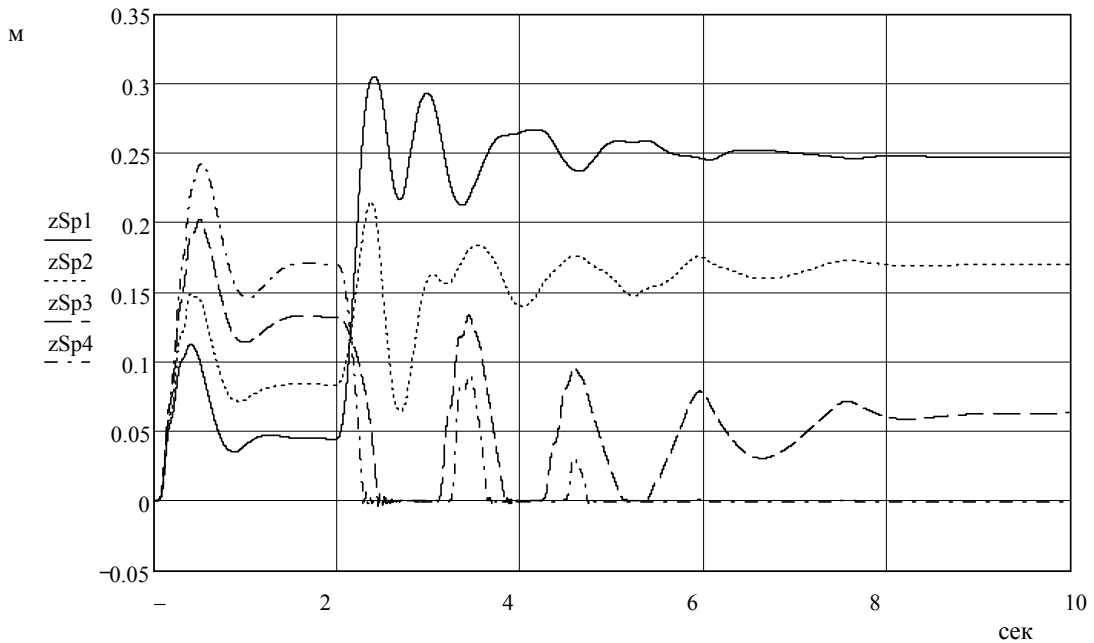


Рисунок 4 – Осцилограми z_{Sp_i} для машини з підвіскою з КПГМ при уповільненні 9 м/с^2

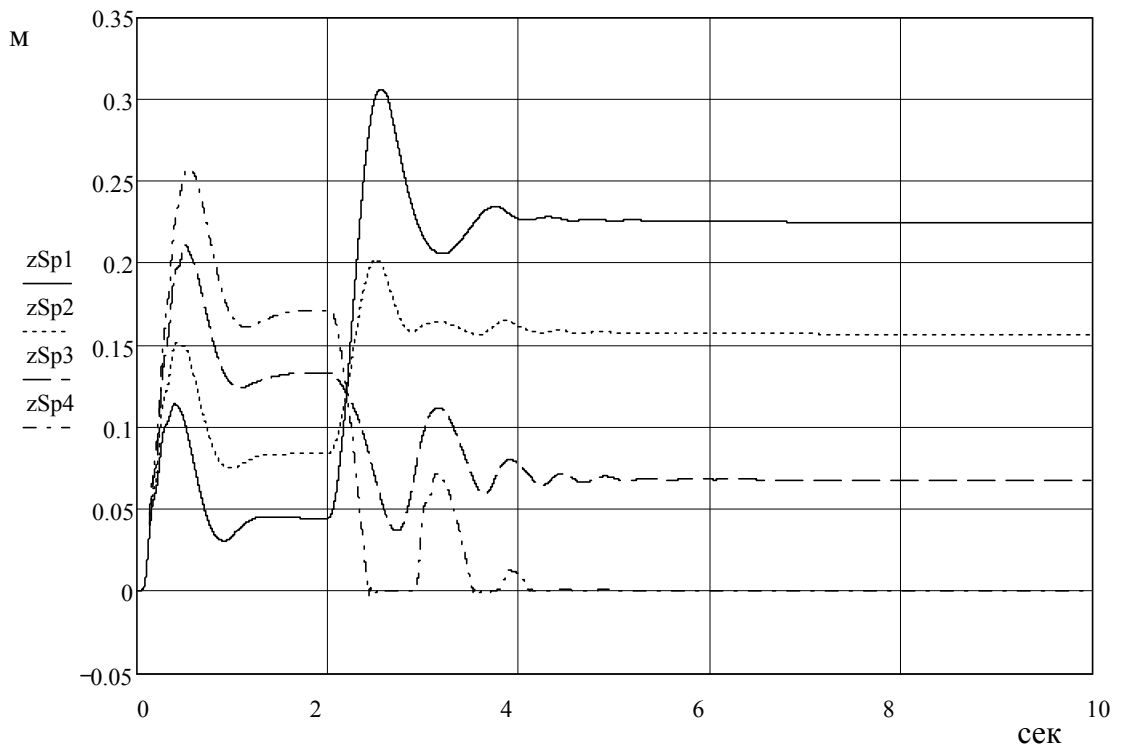


Рисунок 5 – Осцилограми z_{Sp_i} для машини з підвіскою без КПГМ при уповільненні $5,5 \text{ м/с}^2$

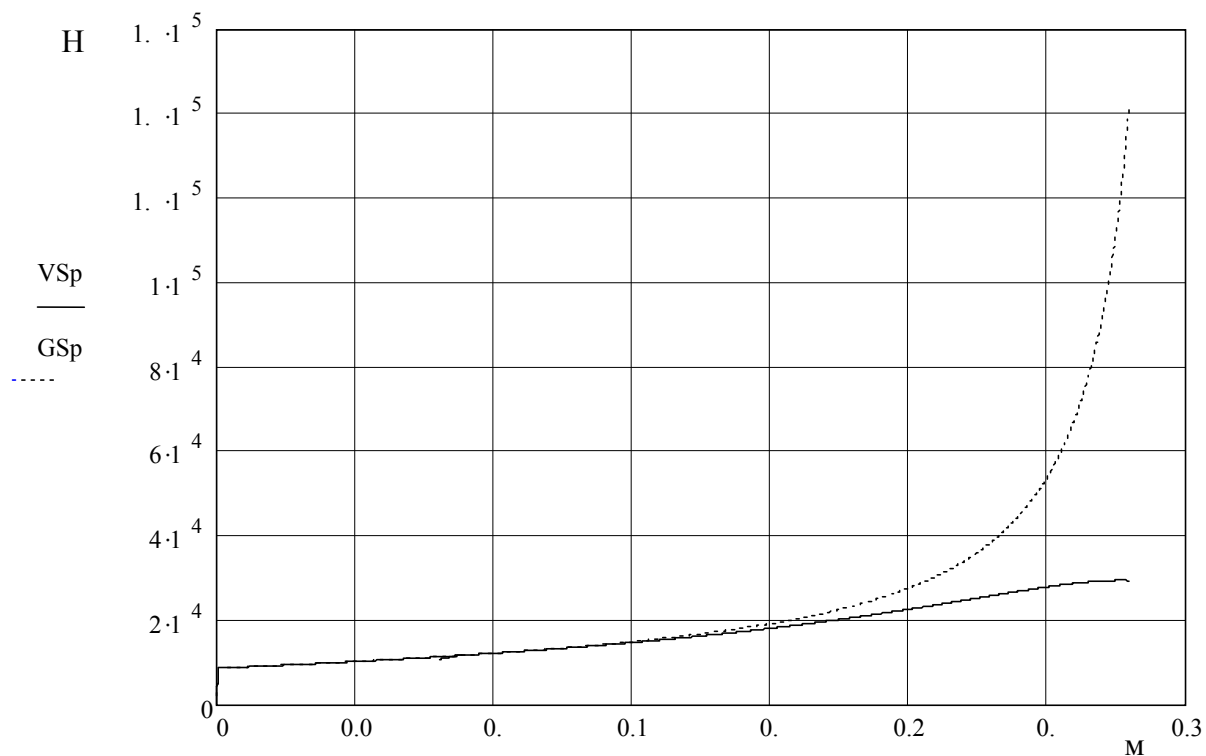


Рисунок 6 – Пружні характеристики підвісок: VSp - вертикального розташування ГППЕ без КППМ; GSp - горизонтального розташування ГППЕ (паралельно поздовжній осі машини) з КППМ

Висновок. З осцилограм видно, що для обох машин найбільші відносні зміщення досягли 0,31 м, але для машини з КППМ реалізується уповільнення 9 м/с^2 , а для машини без КППМ тільки $5,5 \text{ м/с}^2$. Тобто машина без КППМ, для якої уповільнення в 1,63 рази менше, чим для машини з КППМ, не може забезпечити уповільнення більше $5,5 \text{ м/с}^2$ без обмежувача ходу, наявність якого пов'язується з поняттям пробою підвіски.

Позитивна якість машини з ГПП з КППМ є наслідком конструктивної особливості підвіски, яка призводить до стрімкого зростання пружної сили наприкінці ходу підвіски (див. рис. 6), починаючи з ходу величиною 0,25 м.

Список літератури: 1. Аболян Л.А., Гуляев Ю.С., Каменский А.Л. и др. Ходовая система зарубежных БМП, БТР и легких танков (составлено по материалам обзорных статей, опубликованных в сборниках «Зарубежная военная техника» (серия 3)), 1982. – 52 с. 2. Динамика системы дорога-шина-автомобиль-водитель./ Под ред. А.А. Хачатурова. – М.: Машиностроение, 1976. – 536 с. 3. Писарев В.П. Проектирование ходовых систем быстроходных гусеничных машин. – Учебное пособие. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2002. – 218 с. 4. Писарев В.П., Горбунов А.П. Возможности по компоновке новых конструктивных элементов подвески, в рамках существующего конструктивного решения БТР – 70. Східно – Європейський журнал передових технологій, 5/6 (41) 2009. – С. 31 – 33. 5. Писарев В.П., Горбунов А.П. Особливості проектування легких броньованих колісних машин з горизонтально розташованими неметалевими пружними елементами. Системи озброєння і військова техніка. Щоквартальний журнал 3(19) 2009. – С. 42 – 45.