

УДК 629.113.042.2(088.8)

*V. Majsus, senior lecturer,**A. Bozhok, associate professor,**M. Volynkin, researcher,**V. Prokopchuk, M. Venger, assistant professors of State Agrarian and Engineering University in Podilya*

## THE AUTOMATIC DEVICE OF THE SEAT'S CUSHIONING OF THE MOBILE-ENERGY RESOURCE

**Annotation.** To improve the drivers' working conditions of mobile-energy resources the devices of the seat's cushioning are used. Known devices have a low efficiency, and in spite of improvement to increase it, and it is not possible due to their inherited principle, according to this principle damping of the oscillation is carried out only after rising of them.

Therefore increasing the effectiveness of damping the oscillation may be though the laying in constructions of seat's cushioning the new principles of its compensation.

To improve the dynamic index of the principles of automatic seat's cushioning modern mobile-energy resources which are equipped by running gear's appendage. We offer to enter this compensational circuit and a summing element for the first input which will be straight and for the second which will be opposite to sense signals it will be proportional to the change in the stimulating effect of the unwanted signal for the anvil wheels and the rate of its modifying.

The constructions of running gear's appendage of modern mobile-energy resources enable to realize the hydro-mechanical and dynamic units for forming, transmitting, and summing of signals of external disturbances and their compensation. Using offered automatic device will increase the efficiency of the seat's cushioning and will improve the average operating speed and the productivity of mobile energy resources.

**Keywords:** seat, suspension bracket, hydraulic cylinder, metering valve, anvil wheel, dithering, compensating signal, adding element

*В.В. Майсус, старший викладач,**А.М. Божок, доцент,**М.П. Волинкін, здобувач,**В.О. Прокопчук, М.А. Венгер, асистенти ПДАТУ*

## АВТОМАТИЧНИЙ ПРИСТРІЙ ПІДРЕСОРЮВАННЯ СІДІННЯ МОБІЛЬНО- ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАСОБУ

Розглянуто принципову схему та описано роботу нового пристрою підресорювання сидіння мобільно-енергетичного засобу з можливістю ефективно гасити коливання, а також результати його досліджень.

**Ключові слова:** сидіння, підвіска, гідроциліндр, дросель, опорне колесо, збурення, компенсаційний сигнал, підсумовуючий елемент.

**Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.** Для покращення умов праці водіїв тракторів, автомобілів та інших мобільно-енергетичних засобів (МЕЗ) знайшли застосування пристрої підресорювання сидіння [1]. Здебільшого відомі пристрої мають низьку ефективність і незважаючи на удосконалення їх схемних і конструктивних рішень підвищити її представляється можливість в силу закладеного в них принципу дії, відповідно до якого гасіння коливань сидіння здійснюється після їх виникнення. Тому для покращення гасіння коливань сидіння необхідно закладати в них нові принципи їх компенсації [2].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми.** Відомий ефективний і найбільш близький за технічною суттю пристрій підресорювання сидіння. Він містить підвіску колеса МЕЗ і підвіску сидіння, важільний підсумовуючий елемент, один із входів якого з'єднаний з підвіскою сидіння, вихід – безпосередньо із сидінням, а другий вхід через виконавчий гідроциліндр і пружину зв'язаний з рамою МЕЗ. Підвіска колеса обладнана додатковим гідроциліндром, шток якого з'єднаний з віссю колеса, корпус – з рамою МЕЗ, а його безштокова порожнина безпосередньо сполучена з безштоковою порожниною виконавчого гідроциліндра [3].

Однак, незважаючи на використання в ньому інваріантного принципу компенсації коливань сидіння, недоліком його є низька ефективність автоматичного гасіння коливань, обумовлена запізнюючою дією на збурення від опорних коліс виконавчих сигналів, пропорційних тільки змінюванню величини, без врахування швидкості збурення, від якої значною мірою залежить інтенсивність поштовхів та ударів при наїзді коліс МЕЗ на перешкоду.

**Мета дослідження:** виявити можливості удосконалення пристрою автоматичного підресорювання сидіння МЕЗ шляхом залучення до сигналів компенсації коливань додаткової складової, пропорційної швидкості змінювання збурення, діючого на опорні колеса.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Для дослідження був розроблений принципово новий (патент України № 86810) пристрій з введенням в закон автоматичної компенсації діючого збурення на опорні колеса, додаткового сигналу, пропорційного швидкості від змінювання збурення.

Автоматичний пристрій підресорювання сидіння закріплений на рамі 1 (рис. 1) МЕЗ, з підвіскою 2 кінематично зв'язаною тягою 7 із додатковим гідроциліндром 9, безштокова порожнина якого сполучена із порожниною «в» безпосередньо, а порожнина «а» – через дросель 11 виконавчого гідроциліндра 17. Шток гідроциліндра 13 з'єднаний з другим входом важільного підсумовуючого елемента 23, перший вхід якого – з підвіскою 29, а вихід – із сидінням 24.

При різкому підйомі колеса 4 збурення через вісь 3, підвіску 2, раму 1, підвіску 29 сидіння і тягу 28 діє на перший вхід елемента 23, переміщуючи його на певну, пропорційну збуренню, величину вгору і одночасно тяга 7 перемістить шток 8 гідроциліндра 9 теж вгору, різко зменшуючи тиск в його безштоковій порожнині, в яку від дії пружини 16 і ваги сидіння 24 гідролінією 12 буде перетікати рідина з порожнини «а», «в». Через наявність дроселя 11 тиск рідини в порожнині «а» буде зменшуватися менш інтенсивно, ніж в порожнині «в», від чого поршень 17 з поршнем 20 переміщатимуться вгору, додатково збільшуючи об'єм порожнини «в», зменшуючи в ній тиск. Від зменшення тиску в порожнинах «а», «в» і додатково його зменшення в порожнині «в», спричиненого дроселем 11, абсолютне переміщення поршня 19 буде складатися з двох переміщень – переміщення, викликаного змінюванням вхідного збурення, і переміщення, викликаного швидкістю його змінювання.

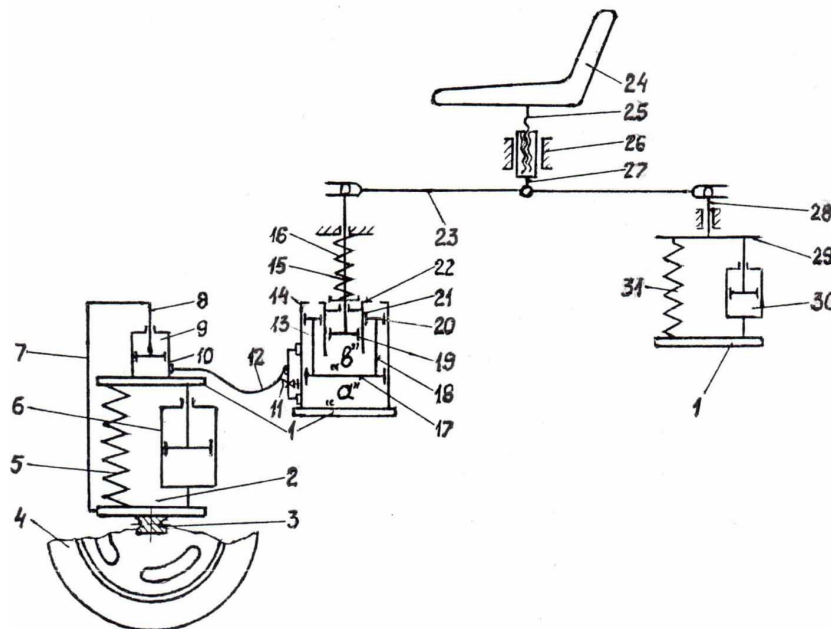


Рис. 1. Принципова схема автоматичного пристрою підресорювання сидіння: 1 – рама; 2, 29 – підвіски; 3 – вісь; 4 – опорне колесо; 5, 16, 31 – пружини; 6, 30 – гідроамортизатори; 7, 18, 28 – тяги; 8, 15 – штоки; 9, 13 – гідроциліндри; 11 – дросель; 12 – гідролінія; 19, 20 – поршні; 21, 26 – напрямні; 22 – кришка; 23 – важільний підсумовуючий елемент; 24 – сидіння; 25 – гвинтовий механізм; 27 – стояк.

Таким чином, можливе переміщення вгору елемента 23 і зв'язаного з ним сидіння 24 від дії різкого збурення на опорні колеса МЕЗ компенсується двома сигналами – сигналом, пропорційним величині змінювання збурення, і сигналом, пропорційним швидкості його змінювання. Із збільшенням різкості дії збурення збільшується величина складової компенсаційного сигналу, яка пропорційна його змінюванню, і тим вища ефективність автоматичного гасіння коливань сидіння.

При різкому провалі колеса 4 відбувається зворотний цикл переміщення рухомих деталей і рідини пристрою, що обумовить зворотне переміщення кінців і середньої частини елемента 23 і забезпечить цим автоматичну компенсацію можливого вже донизу переміщення, зв'язаного з ним сидіння 24. Отже, положення, яке займає сидіння 24 до і після дії будь-якого за знаком і характером збурення на колеса МЕЗ, змінюватися не буде.

Для синтезу обводного контура компенсації діючих на сидіння збурень, від взаємодії опорних коліс при наїздах на перешкоди, розроблена структурна схема (рис. 2). Із принципової схеми випливає, що автоматичний пристрій утворений паралельним з'єднанням контура передачі збурюючих сигналів до сидіння через підвіску з передаточною функцією  $W_a(p)$  і додаткового обводного контура компенсації

збурюючих сигналів в складі передаточних функцій  $W_{\Pi}(p)$  і  $W_{\Delta}(p)$ . Вхідною координатою пристрою є  $H_{вх}$  – переміщення по вертикалі опорного колеса, а вихідною координатою  $h_{вх}$  – вертикальне переміщення сидіння.

Рівняння руху підвіски сидіння по контуру дії збурення має вигляд [4]:

$$T_a^2 \frac{d^2 \Delta h_{1вх}}{dt^2} + T_{ак} \frac{d\Delta h_{1вх}}{dt} + h_{1вх} = K_a \Delta H_{вх}, \quad (1)$$

де  $T_a = \frac{M}{C}$  – постійна часу, що характеризує інерційні властивості підвіски;

$M$  – приведена до підвіски маса сидіння і рухомих деталей;

$C$  – відновлювальна сила пружини підвіски;

$T_{ак} = \frac{\nu}{C}$  – постійна часу, що характеризує демпфуючі властивості підвіски;

$\nu$  – коефіцієнт приведенного демпфування;

$K_a = 1$  – коефіцієнт підсилення по контуру дії збурення від коліс до підвіски.

Із одержаного рівняння (1) передаточна функція підвіски сидіння по контуру збурення матиме вигляд [4]:

$$W_a(p) = \frac{1}{T_a^2 p^2 + T_{ак} p + 1}, \quad (2)$$

де  $p = \frac{d}{dt}$  – оператор в перетвореннях Лапласа.

У структуру компенсаційного контура входять паралельно з'єднані аперіодична і підсилювальна ланки. Оскільки вихідний сигнал із контура формується переміщеннями поршнів 17, 19, 20 залежно від кількості рідини, що поступає в порожнини «а», «в», динамічна аперіодична інерційна ланка опишеться диференціальним рівнянням наступного вигляду [4]:

$$K_{\Delta} p_{вх} = h_3 p_{вх} + \frac{\nu_1}{C_1} \frac{d\Delta h_{3вх}}{dt}, \quad (3)$$

з якого передаточна функція його матиме вигляд:

$$W_{\Delta}(p) = \frac{K_{\Delta}}{T_{\Delta} p + 1}, \quad (4)$$

де  $K_{\Delta}$  – коефіцієнт підсилення компенсуючої аперіодичної ланки;

$T_{\Delta} = \frac{\nu_1}{C_1}$  – постійна часу ланки, що характеризує її демпфуючі властивості.

Друга підсилювальна динамічна ланка контура описується алгебраїчним рівнянням

$$K_{\Pi} p_{вх} = h_4 p_{вх} \quad (5)$$

і передаточною функцією [5]:

$$W_{\Pi}(p) = K_{\Pi}. \quad (6)$$

Структурна схема з'єднання цих ланок контура представлена на рис. 2, з якої загальна його передаточна функція набуде наступного вигляду [5]:

$$W(p) = W_{\Delta}(p) + W_{\Pi}(p) = K \frac{T_{\kappa} p + 1}{T_{\Delta} p + 1}, \quad (7)$$

де  $K = K_{\Delta} + K_{\Pi}$  – загальний коефіцієнт підсилення контура;

$T_{\kappa} = \frac{K_{\Pi} T_{\Delta}}{K_{\Delta} + K_{\Pi}}$  – постійна часу, що характеризує ступінь впливу швидкісного сигналу на передаточний процес.

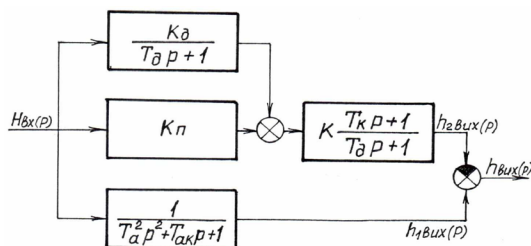


Рис. 2. Структурна схема автоматичного пристрою підресорювання сидіння.

Одержаний вираз (7) є передаточною функцією інтегро-диференціюючої динамічної ланки і описується диференціальним рівнянням

$$T_d \frac{dh_{2\text{вух}}}{dt} + h_{2\text{вух}} = K \left( T_k \frac{dp_{\text{вх}}}{dt} + p_{\text{вх}} \right). \quad (8)$$

При стрибкоподібному, найбільш важкому для сидіння змінюванні вхідної величини на  $p_{0\text{вх}}$  аналітичний вираз перехідного процесу компенсуючого контуру матиме вигляд:

$$h_{2\text{вух}} = K p_{0\text{вх}} \left[ 1 + \left( \frac{T_k}{T_d} - 1 \right) e^{-\frac{t}{T_d}} \right]. \quad (9)$$

Як впливає з виразів (9) для перехідного процесу і (7) передаточної функції запропонована інтегро-диференціююча ланка при певних відносних величинах постійних  $T_k$ ,  $T_d$  і  $K$  може набути динамічних властивостей, які наближають її до інтегруючої, диференціюючої або інерційної ланки першого порядку.

Вибір властивостей інтегро-диференціюючої ланки компенсуючого контура повинен забезпечувати повну або максимально наближену незалежність сидіння від збурюючої дії.

Прямий контур збурення при періодичному процесі для випадку значень  $\frac{T_{\text{ак}}}{T_k} = 0$  описується виразом [5]:

$$h_{1\text{вух}} = K_a p_{0\text{вх}} \left[ 1 - \left( 1 + \frac{t}{T_a} \right) e^{-\frac{t}{T_a}} \right]. \quad (10)$$

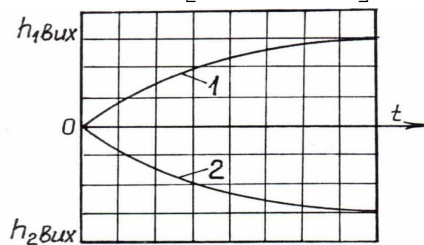


Рис. 3. Перехідні процеси автоматичного пристрою підресорювання сидіння:  
1 – контур збурюючої дії на сидіння; 2 – контур компенсації збурюючої дії на сидіння.

Відповідність перехідних процесів компенсаційного контура (9) з протилежним за знаком перехідним процесам контура збурення (10) можлива при диференціюванні властивостей інтегро-диференціюючої ланки, які забезпечуються при  $T_k > T_d$  і технічно реалізуються налаштуванням дроселя, а також рівностей коефіцієнтів підсилення обох контурів.

На рис. 3 графічно представлені перехідні процеси сигналів, які поступають на перший вхід підсумовуючого по контуру дії елемента зовнішніх збурень і на другий вхід по контуру їх компенсації. При цьому результуючий вихідний сигнал з підсумовуючого елемента до сигналу не доходить, забезпечуючи йому незалежність від дії опорних коліс.

**Висновки.** Для можливого покращення динамічних показників пристроїв автоматичного підресорювання сидіння сучасних МЕЗ, обладнаних підвіскою ходової частини, необхідно паралельно збурюючому вводити контур компенсації цього збурення і підсумовуючий елемент, на один вхід якого подавати прямий, а на другий вхід – протилежний за знаком сигнали, пропорційні збурюючій дії перешкод на опорні колеса. Як впливає з розробленої структурної схеми паралельного приєднання контурів, для забезпечення незалежності сидіння від дії зовнішнього збурення, в прямому контурі застосовувати коливальну, а в компенсуючому контурі – інтегро-диференціюючу динамічну ланку з такими відносними величинами постійних  $T_k$ ,  $T_d$  і  $K$ , які наближають її до диференціюючої ланки. Конструкції підвісок ходової частини сучасних МЕЗ дають можливість технічно реалізувати гідромеханічні динамічні ланки для формування, передачі і підсумовування сигналів зовнішнього збурення та їх компенсації.

Використання запропонованого автоматичного пристрою підвищить ефективність гасіння коливань підресорювання сидіння і, тим самим, покращить умови праці водіїв, а також підвищить середню експлуатаційну швидкість руху і продуктивність МЕЗ.

#### Список використаних джерел

1. Родичев В.А., Родичева Г.И. Тракторы и автомобили. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 351 с.
2. Барский И.Б., Анилович В.Я., Кутьков Г.М. Динамика трактора. – М.: Машиностроение, 1973. – 280 с.
3. А.С. № 1167053А СССР, В60N1/02. Устройство поддресоривания сиденья / Божок А.М. – № 3633469/27-11. Заявл. 11.08. 1983 г. Опубликовано 15.07. 1985. Бюл. № 26.

4. Лурье А.Б. Автоматизация сельскохозяйственных агрегатов. – Л.: Отделение издательства «Колос», 1967. – 264 с.
5. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория автоматического регулирования. Изд. 3-е, исправл. – М.: Наука, 1975. – 768 с.
6. Крайнев А.Ф. Словарь-справочник по механизмам. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1978. – 560 с.
7. Емельянов А.И., Емельянов В.А. Исполнительные устройства промышленных регуляторов. – М.: Машиностроение, 1975. – 224 с.
8. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов. – М.: Наука, Главная редакция физ.-мат. л-ры, 1981. – 720 с.

***Аннотация.** Рассмотрено принципиальную схему и описано работу нового устройства поддресоривания сиденья мобильно-энергетического средства с возможностью эффективного гашения колебания, а также результаты его исследований.*

***Ключевые слова:** сиденье, подвеска, гидроцилиндр, дроссель, опорное колесо, возмущение, компенсационный сигнал, суммирующий элемент.*