

УДК 629.114.2

## ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМКИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ АВТОТРАКТОРНОЇ ТЕХНІКИ ЗА РАХУНОК ЗМЕНШЕННЯ ДИСИПАЦІЇ ЕНЕРГІЇ

О. О. Паскаль, інж.

*Одеський державний аграрний університет*

*Приведений аналіз існуючих методів енергозберігаючих технологій при забезпеченні плавності ходу автотракторної техніки показав, що одним із джерел поповнення енергії можна використовувати її рекуперацію при роботі амортизаторів та гальма.*

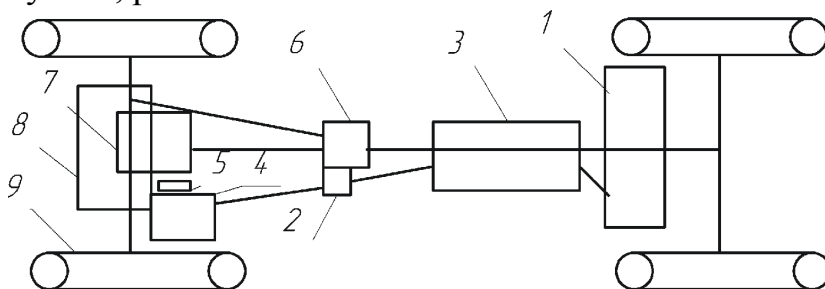
**Ключові слова:** дисипація енергії, енергія коливань, рекуперація енергії, плавність ходу, енергозберігаючі технології.

**Вступ.** Обмежені запаси нафти та висока собівартість виготовленого з неї палива змушує вдосконалювати конструкції автотранспорту та тракторів з ціллю мінімізувати його споживання на одиницю потужності, що виробляє двигун. Значні можливості в економії палива полягають у використанні рекуперації кінетичної енергії автомобіля чи трактора при гальмуванні. Також можливим є рекуперація частина енергії ходового двигуна, що витрачається на коливання машини чи трактора, і перетворюється в теплоту амортизаторами.

**Проблема.** Вітчизняний та світовий досвід показує, що одним із ефективних засобів забезпечення екологічної безпеки автотранспорту є розробка комбінованих енергетичних установок транспортних засобів, які складаються з двигуна внутрішнього згорання та пристрою для рекуперації енергії. Завдяки цьому зменшується навантаження на елементи трансмісії автомобіля, поліпшуються тягово-швидкісні характеристики, зменшуються витрати пального та викиди токсичних речовин двигуном в атмосферу.

**Аналіз останніх досягнень і публікацій.** За останні десятиріччя вказаній проблемі постійно приділяється велика увага. Так у роботі Отарського А.А. при Московському державному агроінженерному університеті ім. В.П. Горячкіна - «Улучшение топливно-экономических и токсических характеристик автомобилей за счет рекуперации энергии» було встановлено, що при проектуванні автомобілів з накопичувачем енергії основною проблемою є вибір типу акумулятора, з яких найбільш ефективними є електричні, гідрогазові і кінетичні. Існуючі дані досліджень показують, що однозначних рішень по вибору типу кінетичної енергетичної установки, акумуляторів та трансмісій на даний момент не існує. Разом з тим, великі перспективи криються у використанні для рекуперації енергії гальмування та коливань остова автомобіля пневмогідролічного акумулятора. Наукові

дослідження в цьому напрямку інтенсивно ведуться в США, Німеччині, Канаді, Данії та інших державах. Наявність в гідросистемі додаткового джерела енергії у вигляді пневмогідравлічного акумулятора дає можливість підвищити динамічні характеристики приводу, зменшити його вагу та габарити. Так, при використанні насосно-акумуляторного приводу гідронавісною системою та системою управління поворотом трактора Т-150 зафіксовано значне покращення енерго-вагових показників. В публікаціях по даному питанню вказується на високу ефективність гідроакумуляторних систем рекуперації енергії. Зниження витрати палива досягає 20...30 %, значно зменшується токсичність відпрацьованих газів, зростає середня швидкість і інтенсивність розгону транспортного засобу, поліпшується плавність ходу, підвищується ресурс гальма, що знижує викиди токсичних продуктів згорання палива в 3 рази. В роботі [1] проведено аналіз схем роботи та конструкцій трансмісій комбінованих енергетичних установок з пневмогідравлічним акумулятором енергії. Як найперспективніший, вибраний варіант автомобіля з рекуператором в якому використовується паралельний та кінематичний зв'язок трансмісії автомобіля з трансмісією накопичувача, рис 1.



**Рис. 1.** Силова установка автомобіля з рекуператором енергії: 1 – гідробак; 2 – блок направляючої гідроапаратури; 3 – пневмогідравлічний акумулятор; 4 – гідромашина; 5 – гідромуфта; 6 – роздаточная коробка; 7 – коробка передач; 8 – двигун; 9 – передній міст.

Економічна ефективність такої конструкції з використанням рекуперації енергії, в перерахунку на грошову одиницю України, наведено в таблиці 1. Річний економічний ефект від впровадження природоохоронних заходів за рахунок рекуператора енергії складає приблизно 179 гр. на одну одиницю транспортного заходу. Використання гідравлічної складової не єдиний напрямок у пошуках способів рекуперації енергії коливань та гальмування. Одним з цікавих напрямків є використання лінійних електродвигунів. В цьому випадку лінійна електрична машина може виконувати роль двигуна, пружного елемента або амортизатору. Оскільки, всі електричні машини зворотні, то вона може бути використана як генератор, що використовує кінетичну енергію коливань автомобіля при русі по нерівностях дороги, або енергію гальмування. Потужний лінійний електродвигун вписується на місце телескопічного амортизатора і виконує функцію демпфера коливань. Керується такий пристрій під дією ЦПУ. Крім того, лінійний швидкодіючий електродвигун може виконувати роль динамічного компенсатора: обмежує

боковий крен автомобіля, а також ліквідує поздовжні «клевки» при розгоні та гальмуванні.

Таблиця 1. Економічна ефективність конструкції з використанням рекуперації енергії, в перерахунку на грошову одиницю України

Показники ефективності	Автомобіль	
	Серійний	З рекуперацією
Ціна автомобіля	30 910	33339
Додаткові капіталовкладення		2428
Річні експлуатаційні видатки	25020	24799
Питомі експлуатаційні видатки	0.9	0,85
Зростання продуктивності праці, %		5
Річна сума амортизаційних видатків	5961	6167
Вартість річного розходу ПММ	6620	5646
Економічний ефект за рік		1023
Коефіцієнт ефективності капітальних		0,41
Термін окупності капітальних вкладень		1,9

При русі колеса по нерівностях дороги лінійний електродвигун працює вже не як електродвигун, а в ролі лінійного альтернатора: використовує кінетичну енергію коливань, перетворює її в електричну і повертає в електричну систему. Працює зовсім інший принцип: замість розсіювання енергії в атмосфері через гідроамортизатори – рекуперування її та накопичення в акумуляторах. Відмітимо, що ЦПУ може миттєво змінювати характеристики електроамортизаторів, як кожного окремо так і всього комплексу, чим досягається неймовірна плавність ходу на покриттях самого різного типу та керованість автотранспортного засобу. Втрати енергії при вертикальних переміщеннях автомобіля на дорозі перевищують втрати при гальмуванні. Всі вертикальні кінетичні моменти передаються амортизаторам підвіски і перетворюються ними в тепло гідравлічного масла при його дроселюванні між клапанами. Тому тиск масла амортизаторів направляють на невеликий гідравлічний двигун, який через муфту сполучають із електрогенераторами які починають працювати не тільки від гальмування, а й від нерівностей дороги ( патент 1736767 т інш.). Загальний ефект отримання електроенергії в такому варіанті збільшується майже в 3 рази. Всі сучасні вузли і агрегати мають високу надійність, малі розміри та низьку собівартість. Вони здатні розвивати потужність до 80 кВт. Тому пристрій ГРЕКТ-1 (газовий рекуператор енергії коливань і гальмування), який розробив М.Єгін вільно розміщується також і на легкових автомобілях. Економічний ефект використання рекуператора складається із стану

дорожнього покриття, режимів руху та маси транспортного засобу. Для транспорту масою 1 - 3.5 тони витрати пального знижуються в середньому в 2 рази, а для вантажівок до 10 тон – в 3 рази, для вантажних автомобілів більше 20 тон – в 4 рази.

**Висновки.** Багаторазові прискорення і гальмування, коливання автотранспорту на нерівностях дороги знижують швидкість вантажних перевезень, багаторазово збільшують витрати пального. Великі витрати енергії на нагрівання гальма і амортизаторів витрачаються без користі. Причому, ці втрати зростають із зростанням вантажності автомобіля. Тому використання принципу рекуперації енергії значно може підвищити економічність використання автотракторної техніки.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Хусаинов, А. Ш. Теория автомобиля. Конспект лекций / А. Ш. Хусаинов, В. В. Селифонов – Ульяновск: УлГТУ, 2008. – 121
2. Заявка ФРГ N 3825179, кл. F 03 G 7/08, РЖ ИСМ, кл. F 03, N 12, 1990.
3. Авторское свидетельство СССР N 1590631, кл. F 03 G 7/08.
4. Рябов И.М.; Новиков В.В. Патент Российской Федерации. №2142586 , F16F7/10, B60G13/18
5. Дербаремдикер А.Д. Амортизаторы транспортных машин. - 2- изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985.

#### ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ ЗА СЧЕТ УМЕНЬШЕНИЯ ДИССИПАЦИИ ЭНЕРГИИ

Паскаль А.А.

**Ключевые слова:** диссипация энергии, энергия колебаний, рекуперация энергии, плавность хода, энергосберегающая технология.

Резюме

*Раскрыто современное состояние научных исследований в направлении повышения эффективности работы автотракторной техники за счет рекуперации энергии при торможении и колебаниях ее остова.*

#### PERSPECTIVE DIRECTIONS OF INCREASE OF EFFICIENCY OF WORK OF MOTOR-VEHICLE AND TRACTOR TECHNIQUE ARE FOR ACCOUNT OF DIMINISHING TO DISSIPATION OF ENERGY

Paskal A.A.

**Keywords:** dissipation of energy, energy of vibrations, rekuperacia energy, smoothness of motion, energykeeping technologies.

Summary

*The modern state of scientific researches is exposed in direction of increase of efficiency of work of motor-vehicle and tractor technique due to rekuperacia of energy at braking and oscillation of her frame .*