

УДК 624.132.1

## ПРУЖНА ПІДВІСКА ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Михайло Сукач

Київський національний університет будівництва і архітектури  
03037, Повітрофлотський просп., 31, Київ, Україна,  
msukach@ua.fm, orcid.org/0000-0003-0485-4073

## ELASTIC SUSPENSION OF VEHICLES

Mykhailo Sukach

Kyiv National University of Construction and Architecture  
03037, Povitroflotskyi Prospect, 31, Kyiv, Ukraine,  
msukach@ua.fm, orcid.org/0000-0003-0485-4073

**АНОТАЦІЯ.** В Київському національному університеті будівництва і архітектури розроблено пластинчасту ресору для амортизації динамічних навантажень транспортних засобів. Амортизаційний пристрій призначено для колісних засобів (переважно вантажних автомобілів та автопричепів), що мають як одновісні, так і балансири підвіски. Її можна використовувати також і в гусеничних транспортних засобах.

**Ключові слова:** динамічні навантаження, амортизаційний пристрій, балансири підвіски, транспортний засіб.

**АННОТАЦИЯ.** В Киевском национальном университете строительства и архитектуры разработана пластинчатая рессора для амортизации динамических нагрузок транспортных средств. Упругое устройство предназначено для колесных средств (преимущественно грузовых автомобилей и автоприцепов), имеющих как одноосные, так и балансирные подвески. Ее можно использовать также и в гусеничных транспортных средствах.

**Ключевые слова:** динамические нагрузки, упругое устройство, балансирная подвеска, транспортное средство.

**ABSTRACT.** At Kiev National University of Construction and Architecture, a leaf spring was developed to absorb dynamic loads of vehicles. The elastic device is intended for wheeled vehicles (mainly trucks and auto-trailers) having both uniaxial and balancer suspension. It can also be used in caterpillar vehicles.

**Key words:** dynamic loads, elastic device, balancer suspension, vehicle

## ВСТУП

Роботу присвячено пам'яті кандидата технічних наук доцента М.Н. Заміттера, автора та розробника нового пружного пристрою – пластинчастої ресори [1, 2]. Ресору призначено для амортизації динамічних навантажень в машинах та приладах. Вона відрізняється тим, що має скобоподібну форму й піддається вигинанню в площині найбільшої жорсткості свого поперечного перерізу. Застосовується вона в еластичних підвісках, зокрема, транспортних засобів.

## ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Ресора являє собою пружну пластинчасту скобу перемінного перерізу (Рис.1, 2), що вигинається під дією навантаження в

площині своєї найбільшої жорсткості. Вона має середню частину (полотно), нейтральна вісь якої прямолінійна, і дві дотичних до неї крайні ділянки (полиці), які відхилені від полотна в його площині в ту ж саму сторону.

Полк закінчується пристроями для шарнірного з'єднання ресори із суміжними деталями. Через один з цих пристроїв на ресору *a* (Рис.3) передається активна діюча сила, а через інший – зрівноважувальна та протилежно спрямована реакція. Якщо ці дві сили  $P_1$  і  $P'_1$  спрямовано назустріч одна одній, то полотно ресори *b* піддається згинанню і стисканню. Якщо ж сили  $P_2$  і  $P'_2$  спрямовано у протилежні сторони, то полотно ресори *c* піддається згинанню і розтягуванню. Тобто ресора практично однаково

ефективно сприймає як навантаження стискання, так і навантаження розтягування.

Пластинчаста ресора не має ні вітчизняних, ні закордонних аналогів [3]. Переваги її полягають у поєднанні малої металомісткості, зумовленої власним згинанням полнок  $\delta_1$  та їх поворотом при згинанні полотна  $\delta_2$ . Сумарна поздовжня деформація ресори (прогинання)  $2\delta$  залежить також і від величини  $\delta_3$ , що дорівнює різниці між початковою довжиною полотна і хордою його пружної лінії. Проте абсолютна величина  $\delta_3$  надзвичайно мала у порівнянні з величинами  $\delta_1$  і  $\delta_2$ , тобто  $2\delta \approx 2(\delta_1 + \delta_2)$ , де  $\delta_1$  і  $\delta_2$  розраховуються відомими методами [4].

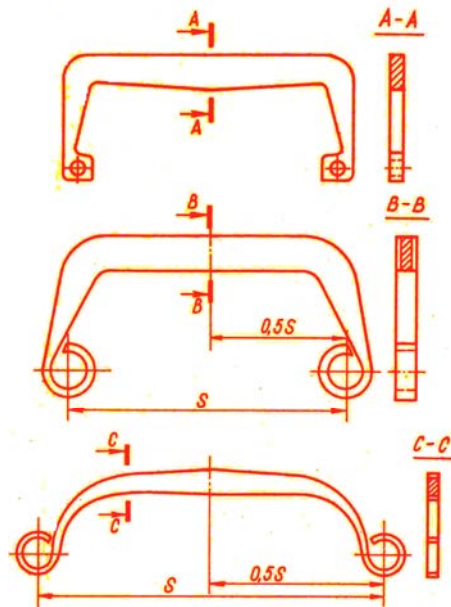
Для забезпечення мінімальної металомісткості пластинчасту ресору сконструйовано майже по всій довжині як «брус рівного

опору». При цьому питома потенційна енергія пружних деформацій у всіх робочих перетинах ресори може досягати величини, що наближується до граничної для даного конструкційного матеріалу [5]. Отже, така ресора виявляється значно легшою, ніж порівняні з нею за навантаженнями і деформаціями багатолістові та малолістові ресори й пружини.

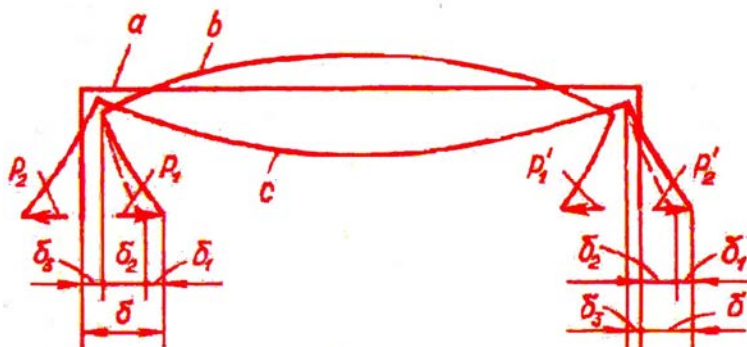
При однакових за величиною навантаженнях і еквівалентних напруженнях нова ресора має суттєво меншу масу у порівнянні з іншими конструкціями амортизаційних пристроїв (Табл.1). Причому на відміну від порівнянних з нею пружин, пластинчаста ресора здатна однаково ефективно сприймати навантаження перемінного напрямку [6].



**Рис.1.** Загальний вигляд пластинчастої ресори  
**Fig.1.** General view of the lamellar spring



**Рис.2.** Варіанти конструктивного виконання пластинчастої ресори  
**Fig.2.** Variants of constructive execution of the lamellar spring



**Рис.3.** Схема деформації ресори  
**Fig.3.** Scheme deformation spring

В Табл.2 показано, що використання пластинчастих ресор на одному автомобілі вантажопідйомністю 8 т зменшує витрати ресорної сталі в 1,9...3,2 рази.

Зменшення маси ресори і пов'язаних з ними деталей підвіски дозволяють при незмінній повній масі навантаженого автомобіля збільшити корисне навантаження і підвищити економічність перевезень за рахунок скорочення питомих витрат палива і витрат на оплату персоналу на тонно-кілометр вантажу, що перевозиться [7].

Усі перелічені експлуатаційні переваги супроводжується значним зниженням трудомісткості виготовлення і збирання запро-

понованих ресор. Підвіски коліс транспортних засобів із застосуванням пластинчастої ресори допускають різноманітну компоновку (Рис.4).

Змінний переріз як за довжиною полотна, так і за довжиною полок дозволяє практично повністю використовувати несучу спроможність матеріалу ресори, доводячи величину максимальних еквівалентних напружень в кожному перерізі до найбільш допустимого значення. Таким чином, скобоподібна пластинчаста ресора працює майже як ідеальний брус рівного опору згину [5].

**Таблиця 1.** Зіставлення пластинчастої ресори з іншими видами пружних пристроїв, однакових за напруженнями і деформаціями

**Table 1.** Comparison of lamellar springs with other types of elastic devices, identical in stresses and deformations

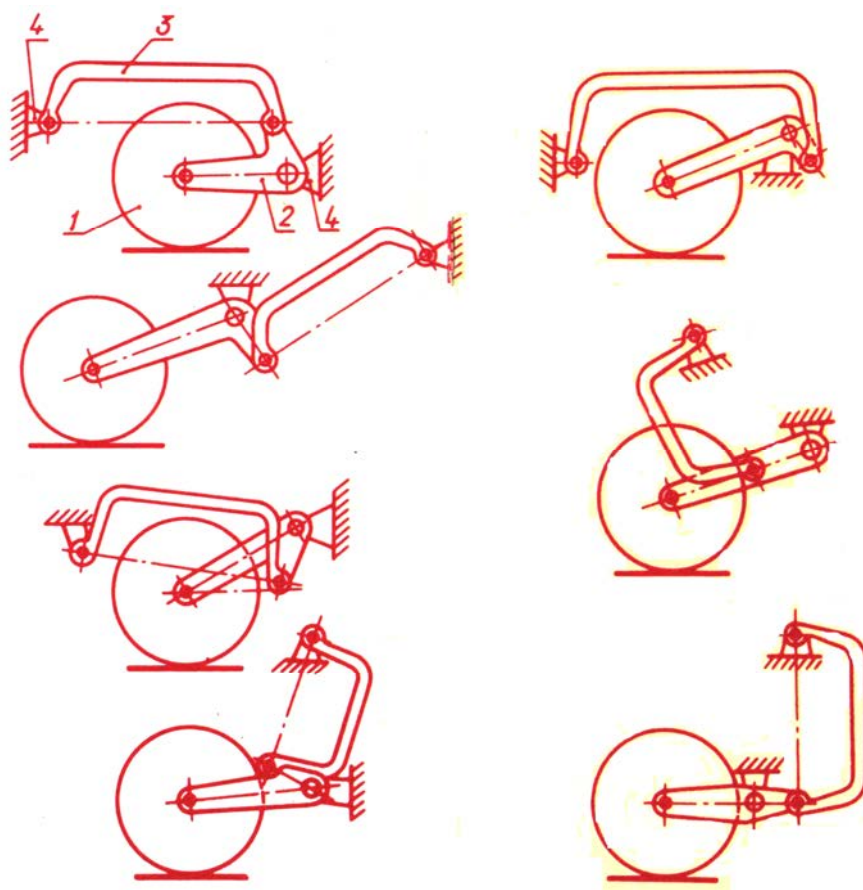
Тип пружного пристрою	Вид навантаження	Величина навантаження, кН	Найбільші еквівалентні напруження, МПа	Сумарна деформація, мм		Маса ресори, кг	Примітки
				розрахункова	фактична		
Пластинчаста ресора	Стиск	20	1192		11	0,9	Та сама ресора
	Розтяг	20					
Гвинтова пружина стискання	Стиск	20	1192	11		2,07	Діаметр дроту 20 мм, діаметр витка 80 мм
Гвинтова пружина розтягання	Розтяг	20	1192	11		2,99	Кріплення на крутних гвинтових пробках
Комплект тарілчастих пружин	Стиск	22,2	1192	11		2,34	20 пружин НД 80×36×3,7×2

**Таблиця 2.** Витрати ресорної сталі на пружні пристрої автомобіля вантажопідйомністю 8 т

**Table 2.** The cost of spring steel on the elastic devices of the car carrying capacity of 8 t

Призначення ресори	Маса ресорної сталі, кг		Відношення мас серійних і пластинчастих ресор
	Серійні ресори	Пластинчасті ресори	
Підвіска кабіни	4,24	1,326	3,2
Передня підвіска	145,4	66,4*	2,19*
Задня балансірна підвіска	244	128	1,91

\* – в комплектації з листовими ресорами



**Рис.4.** Варіанти конструктивної компоновки підвіски колеса із застосуванням пластинчастої ресори: 1 – колесо; 2 – двоплечий важіль; 3 – пластинчаста ресора; 4 – рама

**Fig.4.** Options for the design of the suspension of the wheel with the use of lamellar springs: 1 – wheel; 2 – two-shoulder lever; 3 – lamellar spring; 4 – frame

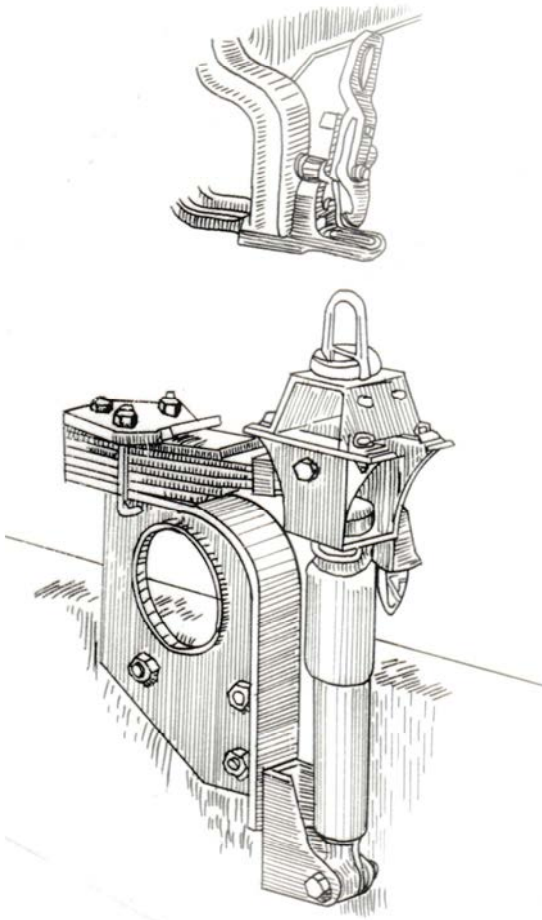
Потрібна податливість ресори забезпечується належним вибором як довжини полотна, так і довжини полук. Останні не тільки трансформують відносно невелику кутову деформацію крайніх перерізів полотна у значну поздовжню деформацію ресори уздовж лінії дії зовнішньої сили, що виражається у відносному взаємному зміщенні точок прикладання зовнішньої сили та її зрівноважувальної реакції, яка дорівнює подвійному добутку кута повороту крайнього перерізу полотна (в радіанах) на довжину полки, просумованому з подвійним прогином самої полки і різницею між первісною міжосьовою відстанню вузлів кріплення ресори до суміжних деталей і довжини хорди, що стягує дугу, утворену нейтральною віссю полотна ресори при її пружній деформації.

Скобоподібна пластинчаста ресора має суттєві переваги у порівнянні з існуючими пружними засобами, наприклад, серійною ресорою 5320-50001080, що застосовується в існуючій еластичній підвісці кабіни КамАЗ (Рис.5) й являє собою четвертну шестилистову ресору масою 2,18 кг [8]. Дві таких ресори закріплено на кронштейнах, симетрично встановлених на рамі автомобіля за кабіною; маса кожного з цих кронштейнів 3, 6 кг [9].

Використання скобоподібної пластинчастої ресори в задній підвісці автомобіля дозволило суттєво полегшити й спростити конструкцію цієї підвіски. На Рис.6 показано варіант еластичної задньої підвіски кабіни автомобіля КамАЗ з ресорою, шарнірно закріпленою одним кінцем до крон-

штейна замка кабіни, а другим – до проушини, закріпленої на рамі автомобіля [10].

Співставлення Рис.5, 6 показує, що у випадку застосування скобоподібної пластинчастої ресори виникає необхідність у силових кронштейнах для кріплення існуючої шестилистової ресори і сама ресора стає значно простішою за конструкцією та не потребує трудомісткого збирання.



**Рис.5.** Серійна задня підвіска кабіни автомобіля КамАЗ

**Fig.5.** Serial rear suspension of KamAZ car cab

## ВИСНОВКИ

1. Підвіска коліс вантажних автомобілів з пластинчастими ресорами забезпечує найвигіднішу нелінійну пружну характеристику, значно підвищуючи плавність ходу автомобіля в широкому діапазоні зміни корисного навантаження. Це дозволяє збіль-

шити швидкість транспортного засобу на дорогах з будь-яким покриттям.

2. Економічну ефективність застосування пластинчастої ресори зумовлено суттєвим зменшенням металомісткості та трудомісткості виготовлення еластичної підвіски кабіни вантажного автомобіля при одночасному підвищенні надійності підвіски.

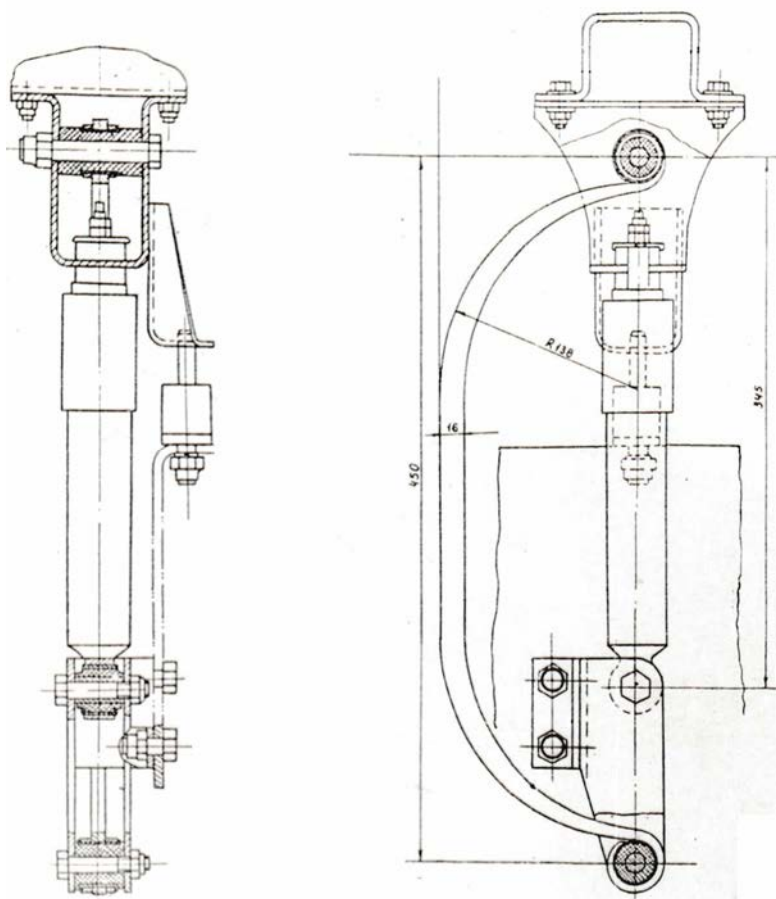
## ЛІТЕРАТУРА

1. Авторское свидетельство 1004685 СССР, 1983. Пластинчатая рессора Замиттера. Оpubл. 15.03.1983, БИ 10, 3 с.
2. Авторское свидетельство 1040244 СССР, 1983. Пластинчатая рессора М.Н.Замиттера. Оpubл. 07.09.1983, БИ 33, 2.
3. Лудченко О.А., Лудченко Я.О., 2014. Технічна експлуатаційна і обслуговування автомобілів. Організація, планування і управління: підручник. У 4 кн., Кн.2. Київ, Вища школа, 446.
4. Замиттер М.Н., 1985. Пластинчатая рессора Замиттера и амортизационная подвеска. Киев, Внешторгиздат.
5. Писаренко Г.С., Агеев В.А., Квитка А.А. и др., 1979. Сопротивление материалов: учебник. Киев, Вища школа, 696.
6. Вахламов В.К., 2006. Автомобили. Конструкция и элементы расчета. Москва, Академия, 569.
7. Резник Л.Г., Ромалис Г.М., Чарков С.Т., 1989. Эффективность использования автомобилей в различных условиях эксплуатации. Москва, Транспорт, 223.
8. Пархиловский И.Г., 1978. Автомобильные листовые рессоры. Теория, расчет, испытания. Москва, Машгиз, 232.
9. Сукач М.К., Гичак В.Г., 2007. Автомобільна підвіска транспортного засобу із застосуванням пластинчастої ресори. 4 ВСНК Молодь, освіта, наука, духовність. Київ, Ун-т Україна.
10. Сукач М.К., Катеринчук О.В., 2008. Пластинчаста ресора та амортизаційна підвіска з її використанням. 5 ВСНК Молодь, освіта, наука, духовність. Київ, Ун-т Україна.

## REFERENCES

1. Copyright certificate 1004685 USSR, 1983. Plate-shapes springs of Zamitter. Published on 03.15.1983, Bulletin of Inventions 10, 3.





**Рис.6.** Задня підвіска кабіни автомобіля КамАЗ зі скобоподібною пластинчастою ресорою

**Fig.6.** Rear suspension bracket of KamAZ car with bracket lamellar springs

2. Copyright certificate 1040244 USSR, 1983. Plate-shapes springs of M.N.Zamitter. Published on 09.07.1983, Bulletin of Inventions 33, 2.
3. Ludchenko O.A., Ludchenko Ya.O., 2014. Technical maintenance and maintenance of automobiles. Organization, planning and management: textbook. 4 books, Book 2. Kyiv, Higher school, 446 (in Ukrainian).
4. Zamitter M.N., 1985. Plastinchataja resora Zamittera i amortizacionnaja podveska. Kyiv, Vneshtorgizdat (in Russian).
5. Pisarenko G.S., Ageev V.A., Kvitka A.A. and others., 1979. Resistance of materials: a textbook. Kyiv, Vischa shkola Publ., 696 (in Russian).
6. Vakhlamov V.K., 2006. Automobiles. Constraint and elements of calculation. Moscow, Academy, 569 (in Russian).
7. Reznik L.G., Romalis G.M., Charkov S.T., 1989. Efficiency of using cars in various operating conditions. Moscow, Transport, 223 (in Russian).
8. Parhilovsky I.G., 1978. Automobile sheet springs. Theory, calculation, tests. Moscow, Mashgiz, 232 (in Russian).
9. Sukach M.K., Gichak V.G., 2007. Automobile suspension of a vehicle with the use of a lamellar spring. 4 VSNC Youth, education, science, spirituality. Kiev, University Ukraine (in Ukrainian).
10. Sukach M.K., Katerinchuk O.V., 2008. Plate-shapes spring and shock absorber suspension with its use. 5 VSNK Youth, education, science, spirituality. Kiev, University Ukraine (in Ukrainian).