

УДК 338.45:629:658

## АНАЛІЗ ЦІНОВИХ СПІВВІДНОШЕНЬ СКЛАДОВИХ ЧАСТИН РЕСОРНО-ПНЕВМАТИЧНИХ ПІДВІСОК АВТОБУСІВ

М. Керницька

Національний університет «Львівська політехніка»

*Проаналізовано конструктивні особливості ресорно-пневматичної підвіски великого міського автобуса. Виділені основні складові частини системи підресорювання. Проведений економічний аналіз вартісних показників окремих деталей, вузлів, пристроїв і механізмів передньої та задньої підвісок автобуса, а також розрахована собівартість цілісної системи підресорювання. Для теоретичних досліджень використані відповідні розрахункові моделі. Визначені абсолютні та відносні цінові показники собівартостей підвісок та їх складових частин.*

*Ключові слова:* автобус, система підресорювання, складові частини підвіски, собівартість

Постановка проблеми. Сучасне світове автомобілебудування переживає період інтенсивного розвитку, який пов'язаний з широким впровадженням в конструкції автомобілів електронних і комп'ютерних систем управління різними агрегатами, вузлами та механізмами. В значній мірі ці нововведення торкнулися і систем підресорювання автотранспортних засобів. Якщо традиційні ресорні та ресорно-пружинні підвіски не обладнуються регульовальними пристроями і внаслідок цього не здатні забезпечити оптимальні пружні характеристики, то ресорно-пневматичні і пневматичні підвіски характеризуються підвищеними експлуатаційними властивостями саме за рахунок встановлення в них спеціальних регуляторів, які змінюють характеристики підвіски у відповідності до навантаження на підвіску і умов руху машини. Регульовані підвіски для якісної роботи потребують цілого ряду додаткових пристроїв, що суттєво впливає на їх собівартість. Саме тому в процесі вирішення технічних проблем в галузі переоснащення серійних моделей автобусів новими регульованими підвісками виникає проблема економічна, сутність якої полягає в обґрунтуванні доцільності заміни підвісок і розрахунку економічного ефекту від впровадження регульованих підвісок як у сфері виробництва, так і у сфері експлуатації. У даній роботі проведено дослідження витрат на виготовлення регульованої ресорно-пневматичної підвіски.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ґрунтовні економічні дослідження автобусів вітчизняного виробництва проведені у роботах професора Акоюна Р.А. [1, 2, 4] та доцента Кельмана І.І. [3, 4] і стосуються автобусів попередніх серій. Об'ємний статистичний, експериментальний та аналітичний матеріал, наведений цими науковцями, може служити теоретичним підґрунтям для проведення подальших досліджень у даній галузі знань. Конструктивні особливості автобусів різних моделей та їх систем підресорювання описані у значній кількості публікацій, наприклад [1-9].

Формулювання цілей статті. Основна мета даного дослідження полягає у розробці розрахункових моделей регульованих ресорно-пневматичних підвісок автобусів, а також у визначенні собівартості окремих деталей, вузлів, механізмів, пристроїв і цілісних систем підресорювання сучасних автобусів. У роботі також за результатами розрахунків проведено співставлення цінових рядів основних складових частин підвісок.

Виклад основного матеріалу. Система підресорювання сучасного автобуса включає, як правило, передню і задню підвіски. Передня підвіска виконана з урахуванням необхідності забезпечення керованості ведених коліс. Задня підвіска передає навантаження від ведучого моста на кузов автобуса. В автобусах великого і особливо великого класу задня підвіска може об'єднувати два мости, один з яких є ведучим, а другий – керованим.

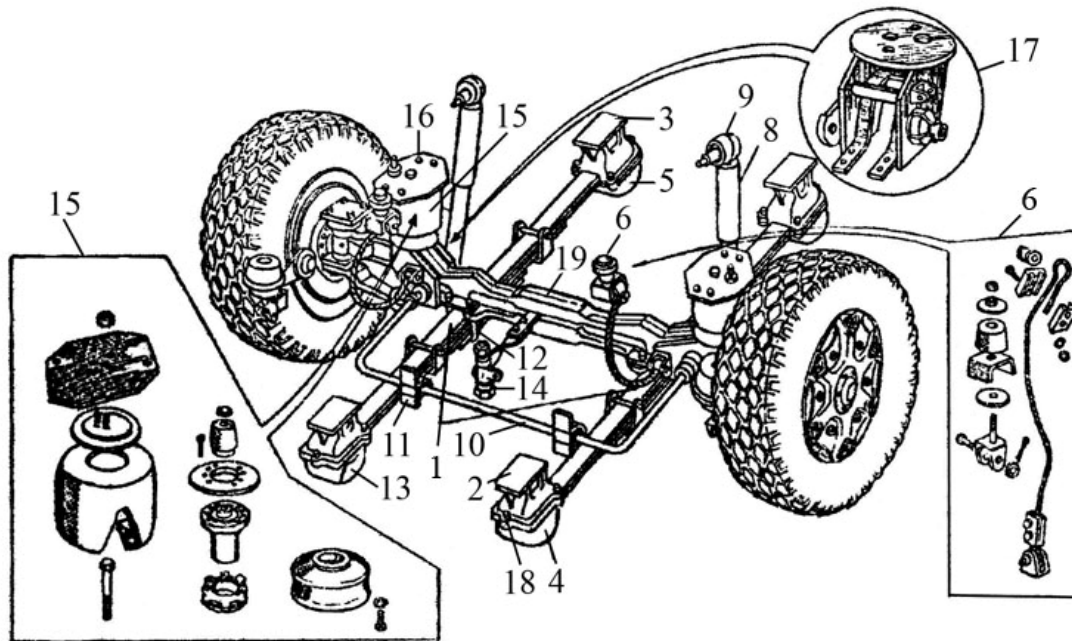
В загальному випадку підвіску будь-якого моста колісного транспортного засобу умовно можна розділити на наступні п'ять основних складових частин: пружні елементи, напрямний механізм та три пристрої – демпфувальний, регульовальний і стабілізуювальний. На практиці не завжди можна чітко розподілити ці частини одна від одної; зокрема, це стосується ресорно-пневматичної підвіски, в котрій листові ресори виконують одночасно функцію пружних елементів і прямого механізму. Для проведення економічних досліджень ресорно-пневматичної підвіски необхідно здійснити певний пропорційний розподіл щодо собівартості таких деталей у виробництві. У першому наближенні доцільно виконати рівномірний поділ, що істотно спростить методику розрахунку і не вплине на сумарну вартість цілісної системи підресорювання.

Запропоновану методику використаємо для розрахунку вартісних показників і цінових співвідношень ресорно-пневматичної підвіски (РПНП) великого міського автобуса ЛАЗ-52527. Важливою особливістю такої підвіски є можливість її автоматичного регулювання в залежності від навантаження та умов руху машини. Конструктивно це досягнуто за рахунок встановлення пневматичних пружних елементів (ППЕ), які працюють паралельно з багатолістовими ресорами. При цьому підвіска обладнана автоматичними регуляторами

положення кузова (РПК), що дозволяють змінювати тиск повітря в гумовокордних оболонках (ГКО) ППЕ у відповідності до кількості пасажирів в салоні машини. Таке регулювання забезпечує постійний статичний прогин підвіски і незмінну частоту власних коливань кузова автобуса, що істотно покращує віброзахист людей та зменшує динамічні навантаження на агрегати машини і дорожнє покриття.

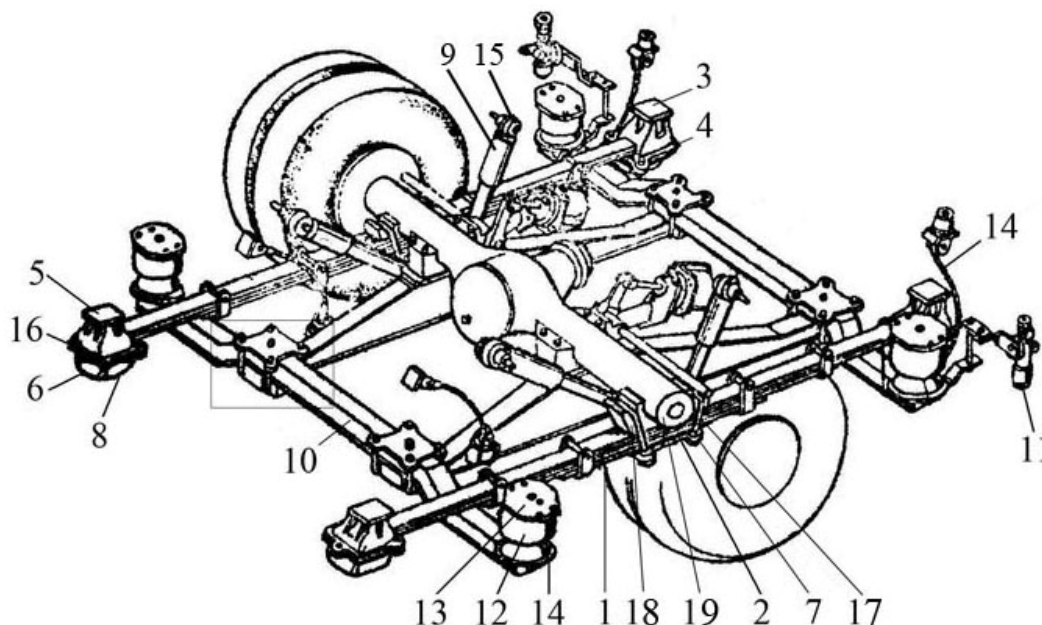
Істотне покращання технічних характеристик РПнП у порівнянні з ресорно-пружинною підвіскою досягнуто за рахунок технічного вдосконалення підвіски при одночасному ускладненні конструкції та підвищенні її собівартості. З огляду на це задача техніко-економічного аналізу РПнП набуває важливого значення і потребує точного розв'язку.

З метою дослідження вартісних показників та цінових співвідношень РПнП була розроблена розрахункова модель, показана на рис. 1 у просторовому зображенні. Розрахункова модель задньої РПнП автобуса ЛАЗ-52527 показана на рис. 2.



**Рис. 1. Розрахункова модель передньої РПнП автобуса ЛАЗ-52527 (важільний напрямний механізм не показаний):**

1 – ресори; 2, 3 – кронштейни; 4, 5 – кришки; 6 – буфер; 7 – кріплення буфера; 8 – амортизатор; 9 – втулка амортизатора; 10 – торсіон; 11 – опора торсіона; 13 – подушка ресори; 14 – РПК; 15 – ППЕ; 16 – фланець ППЕ; 17 – упор ППЕ; 18 – кріпильні елементи



**Рис. 2. Розрахункова модель задньої РПнП автобуса ЛАЗ-52527:**

1 – ресора; 2 – накладка ресори; 3, 5 – кронштейни; 4, 6 – кришки; 7 – стрем'янка; 8 – подушка ресори; 9 – амортизатор; 10 – підрамник; 11 – РПК; 12 – ППЕ; 13 – фланець ППЕ; 14 – упор ППЕ; 15 – втулка амортизатора; 16 – кріпильні елементи; 17, 18 – підкладки; 19 – задній міст

Принцип поділу цілісної підвіски на окремі складові частини та розрахунок їх собівартості наведено в табл. 1, а поділ цілісної підвіски на окремі складові частини і розрахунки їх собівартостей та відсоткових співвідношень наведено в табл. 2.

Таблиця 1

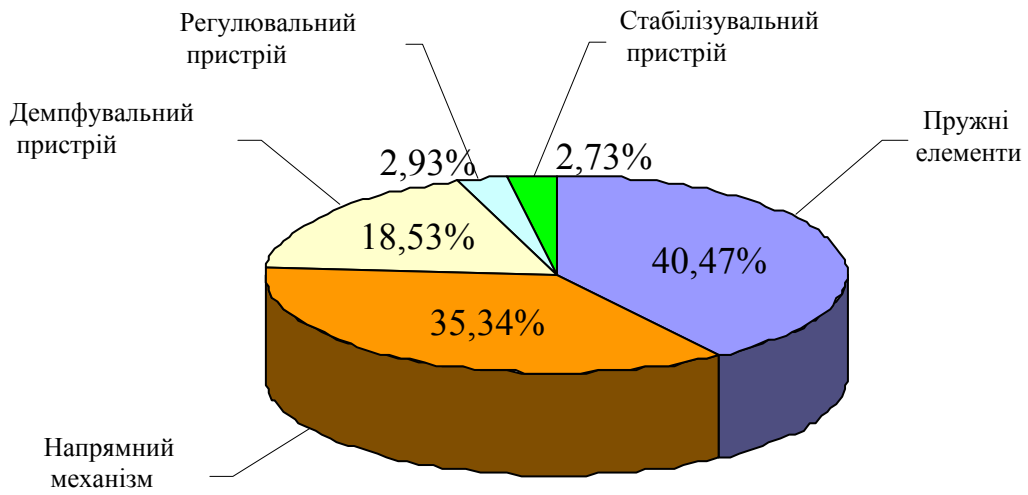
## Собівартість основних складових частин передньої РПНП автобуса ЛАЗ-52527

№ де-та лі	Номенклатурний номер деталі або вузла	Назва деталі або вузла	Кіль-кість , шт.	Ціна, грн./од.	Сума, грн.
1	2	3	4	5	6
<b>ПРУЖНІ ЕЛЕМЕНТИ</b>					
1	699Н-2902012-02	Ресора передня	1	209,00	209,00
2	42021-2902444	Кронштейн ресори передній	1	34,89	34,89
3	42021-2902446	Кронштейн ресори задній	1	48,48	48,48
4	695Н-2902450	Кришка переднього кронштейна	1	16,51	16,51
5	695Н-2902452	Кришка заднього кронштейна	1	17,01	17,01
6	699Н-2902626	Буфер	2	7,64	15,28
7	695-2903016Б/46	Кріплення буфера	2	92,16	184,32
12	А141-2902408	Стрем'янка кріплення ресори	2	15,85	31,70
13	200-2902430	Подушка передньої ресори	2	27,20	54,40
15	42071-2934014	Пневматичний пружний елемент (ППЕ)	2	275,00	550,00
16	4207-2924026	Фланець ППЕ	2	27,01	54,02
17	4207-2924040	Упор ППЕ	2	33,85	67,70
23	42021-2933129	Кріпильні елементи	10	2,08	20,80
Разом (співвідношення у % до собівартості підвіски)					1304,11 (40,47%)
<b>НАПРЯМНИЙ МЕХАНІЗМ</b>					
1	699Н-2902012-02	Ресора передня	1	209,00	209,00
2	42021-2902444	Кронштейн ресори передній	1	34,89	34,89
3	42021-2902446	Кронштейн ресори задній	1	48,48	48,48
4	695Н-2902450	Кришка переднього кронштейна	1	16,51	16,51
5	695Н-2902452	Кришка заднього кронштейна	1	17,01	17,01
12	А141-2902408	Стрем'янка кріплення ресори	2	15,85	31,70
13	200-2902430	Подушка передньої ресори	2	27,20	54,40
18	699Р-2906032	Стержень важеля напрямного	2	47,95	95,90
19	А141-2903024	Вісь важеля напрямного	4	8,19	32,76
20	4207-2909014/16	Важіль напрямний підвіски	2	241,77	482,54
21	4207-2909084	Кронштейн важеля	2	22,11	44,22
22	4207-2909130	Накладка	2	27,32	54,64
23	42021-2933129	Кріпильні елементи	8	2,08	16,64
Разом (співвідношення у % до собівартості підвіски)					1138,69 (35,34%)
<b>ДЕМПФУВАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ</b>					
8	52523-2905006	Амортизатори	2	275,00	550,00
9	52523-2905410	Втулка амортизатора	8	4,34	34,72
23	42021-2933129	Кріпильні елементи	6	2,08	12,48
Разом (співвідношення у % до собівартості підвіски)					597,20 (18,53%)
<b>РЕГУЛЮВАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ</b>					
14	52523-2925008-10	Регулятор положення кузова (РПК)	1	86,08	86,08
23	42021-2933129	Кріпильні елементи	4	2,08	8,32
Разом (співвідношення у % до собівартості підвіски)					94,40 (2,93%)
<b>СТАБІЛІЗУВАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ</b>					
10	699Р-2906015	Торсіон переднього стабілізатора	1	68,80	68,80
11	697М-2906049	Опора торсіона	2	5,40	10,80
23	42021-2933129	Кріпильні елементи	4	2,08	8,32
Разом (співвідношення у % до собівартості підвіски)					87,92 (2,73%)
Сумарна вартість цілісної підвіски					3222,32

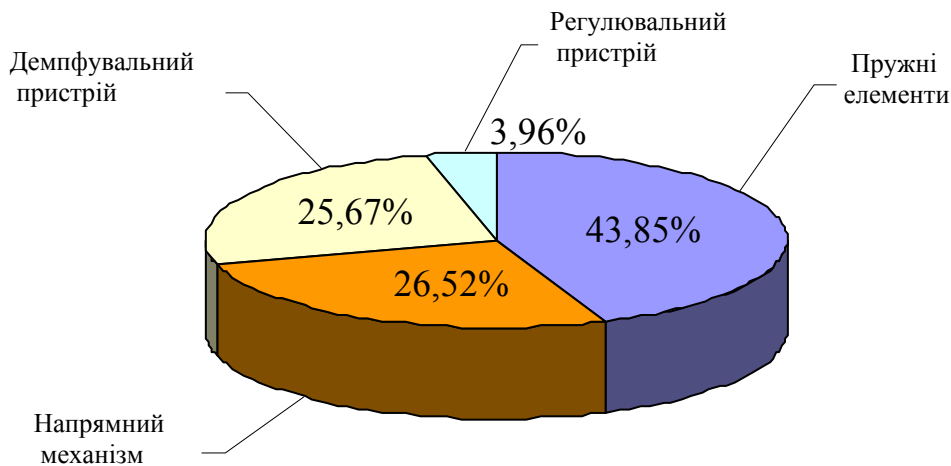
Собівартість основних складових частин задньої РПнП автобуса ЛАЗ-52527

№ де-талі	Номенклатурний номер деталі або вузла	Назва деталі або вузла	Кіль-кість, шт.	Ціна, грн./од.	Сума, грн.
1	2	3	4	5	6
<b>ПРУЖНІ ЕЛЕМЕНТИ</b>					
1	699РД-2912012-02	Ресора задня	1	306,00	306,00
2	695М-2912412-Б	Накладка ресори	1	89,23	89,23
3	42021-2902444	Кронштейн ресори передній	1	34,89	34,89
4	695Н-2902450	Кришка переднього кронштейна	1	25,04	25,04
5	42021-2902446	Кронштейн ресори задній	1	48,48	48,48
6	695Н-2902452	Кришка заднього кронштейна	1	25,70	25,70
7	695Н-2912408	Стрем'янка задньої ресори	2	8,02	16,04
8	200-2902430	Подушка ресори	2	27,20	54,40
12	42071-2934014	Пневматичний пружний елемент (ППЕ)	4	275,00	1100,00
13	4207-2924026	Фланець ППЕ	4	27,01	108,04
14	4207-2934058/59/64	Упор ППЕ	4	7,28	29,12
16	42021-2933129	Кріпильні елементи	12	2,08	24,96
17	695М-2912418	Підкладка	1	67,00	67,00
18	A141-2912431	Підкладка	1	48,55	48,55
Разом (співвідношення у % до собівартості підвіски)					1977,45 (43,85%)
<b>НАПРЯМНИЙ МЕХАНІЗМ</b>					
1	699РД-2912012-02	Ресора задня	1	306,00	306,00
2	695М-2912412-Б	Накладка ресори	1	89,23	89,23
3	42021-2902444	Кронштейн ресори передній	1	34,89	34,89
4	695Н-2902450	Кришка переднього кронштейна	1	25,04	25,04
5	42021-2902446	Кронштейн ресори задній	1	48,48	48,48
6	695Н-2902452	Кришка заднього кронштейна	1	25,70	25,70
7	695Н-2912408	Стрем'янка задньої ресори	2	8,02	16,04
8	200-2902430	Подушка ресори	2	27,20	54,40
10	4207-2919500	Підрамник	1	459,54	459,54
16	42021-2933129	Кріпильні елементи	10	2,08	20,80
17	695М-2912418	Підкладка	1	67,00	67,00
18	A141-2912431	Підкладка	1	48,55	48,55
Разом (співвідношення у % до собівартості підвіски)					1195,67 (26,52%)
<b>ДЕМПФУВАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ</b>					
9	4207-2905004	Амортизатор підвіски	4	270,00	1080,00
15	52523-2905410	Втулка амортизатора	16	4,34	69,44
16	42021-2933129	Кріпильні елементи	4	2,08	8,32
Разом (співвідношення у % до собівартості підвіски)					1157,76 (25,67%)
<b>РЕГУЛЮВАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ</b>					
11	52523-2925008-10	Регулятор положення кузова (РПК)	2	86,08	172,16
16	42021-2933129	Кріпильні елементи	3	2,08	6,24
Разом (співвідношення у % до собівартості підвіски)					178,40 (3,96%)
Сумарна вартість цілісної підвіски					4509,28

Порівняльний аналіз результатів розрахунків показників собівартості передньої та задньої РПнП автобуса ЛАЗ-52527 показано у графічній формі на рис. 3.



а



б

Рис. 3. Собівартість окремих складових частин у співвідношенні до собівартості цілісної передньої (а) та задньої (б) РПнП автобуса ЛАЗ–52527

На діаграмі (рис. 4) відображено співвідношення собівартості основних складових частин передньої та задньої підвісок автобуса ЛАЗ–52527.

Для комплексного економічного аналізу системи підресорювання автобуса ЛАЗ–52527 у табл. 3 наведені цінові показники основних складових частин передньої, задньої РПнП та цілісної системи підресорювання автобуса ЛАЗ–52527.

Діаграма (рис. 5) відображає частку собівартості кожної складової частини у собівартості цілісної системи підресорювання автобуса ЛАЗ–52527.

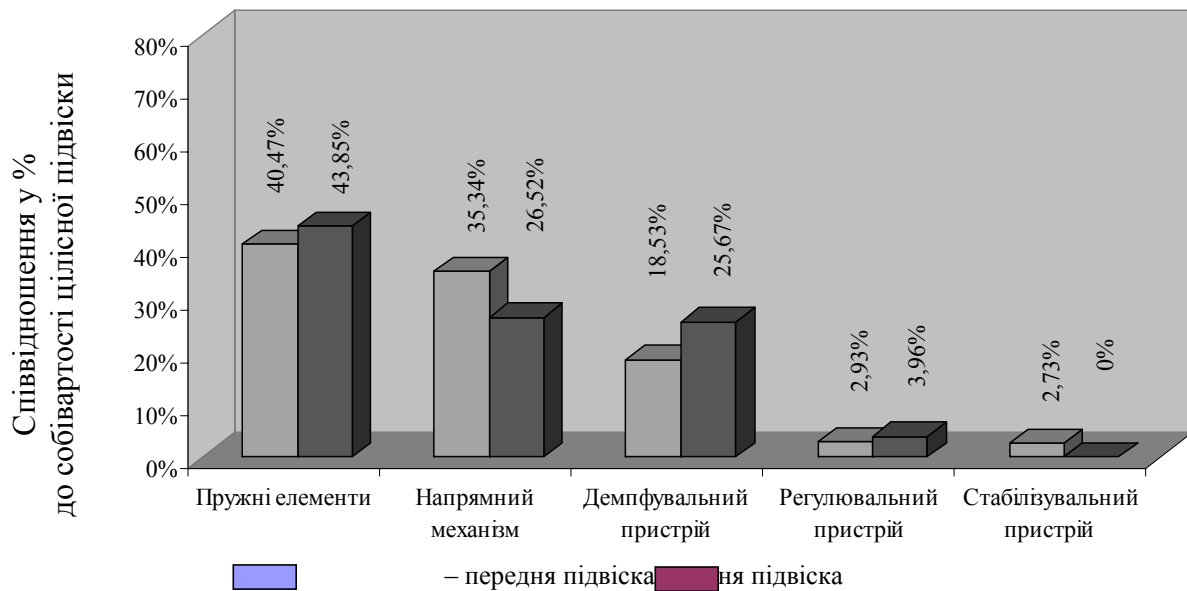


Рис. 4. Порівняльні співвідношення собівартості окремих складових частин передньої та задньої РПнП автобуса ЛАЗ-52527

Таблиця 3

Показники собівартості окремих складових частин та цілісної системи підресорювання автобуса ЛАЗ-52527

Складові частини підвіски	Передня РПнП		Задня РПнП		Цілісна РПнП	
	Собі-вартість, грн.	Частка від собівартості, %	Собі-вартість, грн.	Частка від собівартості, %	Собі-вартість, грн.	Частка від собівартості, %
Пружні елементи	1304,11	40,47	1977,45	43,85	3281,56	42,44
Напрямний механізм	1138,71	35,34	1195,67	26,52	2334,38	30,19
Демпфувальний пристрій	597,20	18,53	1157,76	25,67	1754,96	22,70
Регулювальний пристрій	94,38	2,93	178,40	3,96	272,78	3,53
Стабілізувальний пристрій	87,92	2,73	–	–	87,92	1,14
Цілісна РПнП	3222,32	100	4509,28	100	7731,60	100

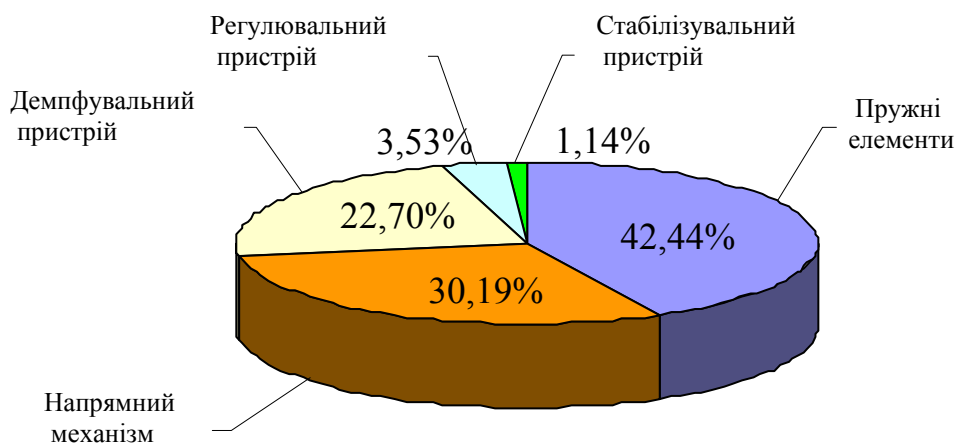


Рис. 5. Собівартість окремих складових частин у співвідношенні до собівартості цілісної системи підресорювання автобуса ЛАЗ-52527

Висновки. Проведені розрахунки показали, що собівартості окремих складових частин ресорно-пневматичної підвіски великого міського автобуса ЛАЗ-52527 у співвідношенні до собівартостей передньої та задньої підвісок розподіляються наступним чином: пружні елементи – 40,47% - 43,85%; напрямний механізм – 26,52% - 35,34%; демпфувальний пристрій – 18,53% - 25,67%; регулювальний пристрій – 2,93 - 3,96%; стабілізувальний пристрій – 0 - 2,73%. Для цілісної системи підресорювання автобуса отримані наступні цінові співвідношення: пружні елементи – 42,44%; напрямний механізм – 30,19%; демпфувальний пристрій – 22,70%; регулювальний пристрій – 3,53%; стабілізувальний пристрій – 1,14%.

Таким чином, можна зробити висновок, що найбільшу вартість у процесі виготовлення підвіски автобуса мають пружні елементи і напрямний механізм. За рахунок зниження цих показників можна оптимізувати загальну собівартість підвіски і досягнути зменшення ціни автобуса. Найбільш сприйнятливим розв'язком поставленої задачі є цілковита відмова від використання дороговартісних листових ресор і широке впровадження у виробництво регульованих суто пневматичних підвісок, здатних істотно підвищити рівень віброзахисту пасажирів, водія, кузова автобуса і транспортованих вантажів при одночасному зниженні загальної вартості підвіски.

1. Акопян Р.А. Пневматическое поддресоривание автотранспортных средств (вопросы теории и практики). – Львов: Вища школа. Изд-во при Львовском университете, ч.1, 1979 – 218 с.; ч.2, 1980 – 208 с.; ч.3, 1984 – 240 с.
2. Акопян Р.А., Давидяк С.І. Віброзахист автотранспортних засобів. – Львів: НВП «МЕТА», 1998. - 320 с.
3. Кельман І.І. Системні аспекти формування та оптимізації конструктивних і експлуатаційних властивостей автобусів. – Львів: НВП «МЕТА», 1999. - 366 с.
4. Кельман І.І., Лейда К., Акопян Р.А. Підвищення експлуатаційних властивостей автобуса в сучасних умовах. – Львів: НВП «МЕТА», 1997. - 254 с.
5. Пархиловский И.Г. Автомобильные листовые рессоры. – М., Машгиз, 1954. - 317 с.
6. Певзнер Я.М., Горелик А.М. Пневматические и гидропневматические подвески. – М., Машгиз, 1963. - 364 с.
7. Равкин Г.О. Пневматическая подвеска автомобиля. – М., Машгиз, 1963. – 279 с.
8. Ротенберг Р.В. Подвеска автомобиля и его колебания. – М., Машгиз, 1960. – 446 с.
9. Осепчугов В.В. Автобусы. – М., Машиностроение, 1971. – 177 с.

## ANALYSIS OF PRICE CORRELATIONS OF COMPONENT PARTS OF SPRING-PNEUMATIC PENDANTS OF BUSES

M. Kernytska

*National university «Lvivska politehnica»*

The structural features of spring-pneumatic pendant of large city bus are analyzed. Basic component parts of the suspension system are selected. The economic analysis of indexes of costs of separate details, knots is conducted, built on mechanisms of front and back pendants of bus and also the prime price of the integral suspension system is expected. For theoretical researches the proper models of calculations are used. The absolute and relative figures of costs of pendants and their constituents of parts of prices are certain.

Key words: bus, system of suspension, basic component parts of the suspension, price