

УДК 629.3.027

РОЗРОБКА МЕТОДИКИ І РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ САЙЛЕНТ-БЛОКІВ КОЛІСНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ КАТЕГОРІЙ M_1 ТА N_1 ДЛЯ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

С.Г.Чабан, канд.техн.наук, Кутяков Є.Ю., інж.

Одеський національний політехнічний університет

Приводиться методика та результати випробувань сайлент-блоків підвісок колісних транспортних засобів категорій M_1 та N_1 . Приводиться математична модель впливу товщини гумового шару, радіального навантаження та кута крутіння на ресурс наробітки сайлент-блоків до відмови. Математична модель отримана шляхом багато факторного планування результатів експериментів.

Ключові слова: радіальне навантаження, ресурсні випробування, кут закручування, остатня деформація, математична модель, критерії відмови.

Вступ. Колісні транспортні засоби (КТЗ) категорій M_1 та N_1 знаходять широке застосування в агропромисловому країні. Працездатність цих КТЗ значною мірою залежить від надійності підвісок, так як ці транспортні засоби експлуатуються в умовах бездоріжжя та по дорогах в незадовільному стані. Одними з основних деталей, які визначають технічну справність підвісок являються сайлент-блоки. Тому дослідження впливу конструктивних параметрів і умов експлуатації сайлент-блоків має важливе значення для розробників КТЗ.

Проблема. Сайлент-блок, або гумовометалевий циліндр являє собою дві металеві втулки різного діаметру між якими розміщена гума або поліуретан. Сайлент-блоки призначені для з'єднання деталей підвіски, як правило, зовнішньою втулкою вони запресовуються в важіль підвіски, а внутрішньою з'єднуються з несівною системою КТЗ. При експлуатації вони зазнають значних радіальних осьових та крутильних навантажень. Крім того сайлентблоки виконують функції пружного елемента підвіски. Спрацювання сайлентблоків впливає на керованість та стійкість КТЗ, особливо зі збільшенням швидкості руху. Працездатність сайлент-блока впливає на працездатність всієї ходової частини.

Мета досліджень: Працездатність сайлент-блоків залежить від їх конструкції та умов експлуатації. Тому в роботі поставлена задача розробити методику та провести випробування сайлент-блоків різного конструктивного виконання та на основі планування експерименту розробити математичну модель впливу конструкції та режимів навантаження на ресурс наробітки.

Результати досліджень. Для проведення випробувань було виготовлено по три сайлент-блока п'яти видів. Всі сайлент-блоки типу «В» гумовометалеві, зварні – тобто гумовий елементпривулканізований до зовнішньої та внутрішньої втулок. По конструкції сайлент-блоки відрізняються товщиною

гумового шару та будовою зовнішньої втулки. Випробування на закручування в умовах статичного навантаження проводили на експериментальній установці. Установка складається з основи, шкали вимірювань 0...80 мм, навантажуючого важеля та вантажів. В результаті навантаження виникає закручування внутрішньої втулки відносно зовнішньої. Кут закручування змінюється від 0 до 35 градусів. Оцінку якості виготовлення сайлент-блоків проводили за наступними параметрами: величині кута закручування внутрішньої втулки відносно зовнішньої; залишковій деформації; кутовій жорсткості. Випробування на осьовий здвиг внутрішньої втулки відносно зовнішньої в умовах статичного навантаження полягає в вимірюванні сили, необхідної для руйнування зв'язку між поверхнями гуми і втулок, руйнування відбувається за рахунок відриву гуми від арматури та розривів між елементами гуми. Випробування проводились на гідравлічному пресі зусиллям 100 кН, з фіксацією та записом зусиль. Оцінку працездатності проводили за станом сайлент-блоку після навантаження та його деформації. Ресурсні випробування полягали в визначенні наробітки до відказу сайлент-блоків на стенді, який ілюструє умови роботи їх в передній підвісці автомобіля «Daewoo Lanos». Відказом вважається поява на поверхні гумового шару елемента сайлент-блоку тріщин і відривів від арматури. Для проведення випробувань модернізовано стенд для випробування амортизаторів який складається з електродвигуна, маховика, редуктора, кривошипа-шатуна, важеля, навантажувального торсіона. Важіль закріплюється на осі маятника і виконує складні рухи, імітуючи радіальні та кутові навантаження сайлент-блоків. Навантаження змінюються за рахунок зміни кута закручування торсіона. Результати випробувань сайлент-блоків на крутіння в умовах статичного навантаження. Результати замірів кутів закручування підтверджують стабільність результатів в процесі випробувань, що свідчить про величину зовнішнього кутового навантаження в межах пружних деформацій матеріалу наповнювача сайлент-блоків. Збільшення крутного моменту у 3 рази, супроводжується с наповнювача сайлент-блока. Приведені порівняльні випробування сайлент-блоків на крутіння в умовах статичного навантаження показали, що на їх кутову жорсткість впливає товщина гумового елемента. При збільшенні кутової жорсткості ресурс по втомнювальному руйнуванню зменшується. Результати випробування представлені в таблиці 1. Результати випробування сайлент-блоків на здвиг внутрішньої втулки відносно зовнішньої в умовах статичного навантаження. Аналіз отриманих результатів експерименту за станом сайлент-блока й розміром осьової сили F свідчить про те, що в основному сайлент-блоки з привулканизованим елементом мають необхідну міцність з'єднання. Але дослідні зразки з тонким шаром гумового елемента, це номери 1 і 2 із таблиці 2, товщиною відповідно 10 мм і 17 мм були зруйновані. Характер руйнування - розривши між шарами гумового елемента й вихід внутрішньої втулки. Протягом усіх п'яти експериментів спостерігається зменшення осьової сили зі збільшенням товщини гумового елемента. Ці експерименти підтверджують те, що сайлент-блоки з товщиною

гумового елемента менше 20 мм мають невеликий ресурс.

Таблиця 1. Результати експериментальних досліджень на крутіння.

№	Товщина гумового шару сайлент-блоків	Тип сайлент-блока	Момент, Нм	Залишкова деформація, град	Кут закручування, град.	Кутова жорсткість, Н/град
1	0.01	Тип В нерозрізана зовнішня втулка	2.374	0°14'12"	1°30'44"	12.97
			4.748	0°22'42"	3°12'59"	12.2
			7.122	0°56'47"	5°25'36"	10.85
2	0.017	Тип В нерозрізана зовнішня втулка	2.374	1°02'09"	2°16'25"	8.63
			4.748	1°30'44"	5°49'36"	6.74
			7.122	1°45'03"	10°32'12"	5.59
3	0.023	Тип В, розрізна зовнішня втулка	2.374	0°42'36"	7°21'02"	2.67
			4.748	1°53'34"	19°26'15"	2,02
			7.122	2°46'27"	31°10'26"	1,89
4	0.033	Тип В нерозрізана зовнішня втулка	2.374	0°11'06"	6°16'38"	3.13
			4.748	2°07'51"	15°02'04"	2.61
			7.122	2°50'48"	27°07'50"	2.17
5	0.04	Тип В, розрізна зовнішня втулка	2.374	0°11'06"	07°59'52"	2.45
			4.748	2°13'27"	19°32'42"	2.01
			7.122	5°03'12"	31°47'26"	1.85

Результати випробувань наведені в таблиці 2. Результати ресурсних випробувань сайлент-блоків на наробіток. Результати проведених випробувань підтвердили висновки попередніх досліджень про те, що зі збільшенням товщини гумового шару сайлент-блока збільшується кількість циклів наробітку сайлент-блока до руйнування гумового елемента. Втомнювальні якості гуми проявляються в зменшенні еластичності, міцності та появою на поверхні гумового шару тріщин. Усі експериментальні зразки випробувались до появи тріщин у гумовому елементі і наступному руйнуванню гумового елемента. Експериментальні зразки сайлент-блоків з товщиною гумового елемента 10 і 17 мм мають практично однакову кількість циклів наробітку до відмови, а починаючи з N 3 із товщиною гумового шару 23 мм супроводжується збільшенням ресурсу.

Таблиця 2. Результати випробувань сайлент-блоків на осьовий здвиг

№	Товщина гумового слою, м	Тип сайлент-блока	Осьова сила F, Н	Стан сайлент-блока після навантаження осьовою силою	Примітка
1	0,01	Тип В, нерозрізана зовнішня втулка	26487 21289 24525	Руйнування гумового слою та вихід внутрішньої втулки сайлент-блоку відносно зовнішньої	При випробуваннях деформація гумового елемента складала вихідну його довжину
2	0,017	Тип В, нерозрізана зовнішня втулка	10791 6611 7376	-----//-----//-----	
3	0,023	Тип В, розрізна зовнішня втулка	4679 4525 5024	Повернення внутрішньої втулки в вихідне положення без руйнування гумового слою	
4	0,033	Тип В, нерозрізана зовнішня втулка	6357 7573 6720	-----//-----//-----	
5	0,04	Тип В, розрізна зовнішня втулка	2650 4612 3679	-----//-----//-----	

Результати ресурсних випробувань представлені в таблиці 3. При виконанні роботи проводилось планування повно факторного експерименту. В результаті отримана математична модель ресурсу наробітку до відмови сайлентблоків:

$$N_s = 83608 + 13115x_1 + 6409x_2 - 2750x_3 - 723x_1x_2 - 2772x_1x_3 - 1452x_2x_3$$

Де x_1 – товщина гумового шару; x_2 – кут закручування; x_3 – радіальне навантаження.

Адекватність моделі перевірялось по критерію Фішера. Встановлено, що модель адекватно описує вплив конструкції та умов експлуатації на ресурс сайлент-блоків.

Таблиця 3. Результати ресурсних випробувань сайлент-блоків на наробіток.

№	Товщина гумового слою, м	Тип сайлент-блоків	Кількість циклів навантаження	Стан сайлент-блоків після випробувань
1	0,01	Тип В нерозрізана зовнішня втулка	62354	Руйнування гумового слою
			62350	
			62349	
2	0,017	Тип В нерозрізана зовнішня втулка	67268	
			67275	
			67262	

3	0,023	Тип В, розрізна зовнішня втулка	83645 83638 83650
4	0,033	Тип В нерозрізана зовнішня втулка	95532 95540 95528
5	0,04	Тип В, розрізна зовнішня втулка	108956 108950 108948

Висновки. Проведені статичні випробування на закручування та осьовий здвиг зовнішньої втулки відносно внутрішньої втулки показали, що працездатність сайлент-блоків залежить від їх конструкції та режимів навантаження. Зі збільшенням товщини гумового шару жорсткість сайлент-блоків зменшується, що приводить до збільшення кута закручування. При зменшенні товщини гумового шару до 10...17 мм гумовий шар зазнає руйнування при дії осьової сили і вихід внутрішньої втулки. При збільшенні гумового шару до 23мм і більше після деформації внутрішня втулка повертається в вихідне положення без руйнування гумового шару. Однак, при збільшенні товщини гумового шару зменшується осьова сила при такій же величині деформації. Ресурсні випробування показали, що збільшення товщини гумового шару істотно збільшує ресурс сайлент-блоків до відмови. В процесі ресурсних випробувань проводилось планування трьох факторного експерименту в результаті якого розроблена математична модель яка адекватно описує ресурс на наробіток в залежності від товщини гумового елемента, радіального навантаження та кута закручування. Математична модель може бути використана при розробці сайлент-блоків підвіски КТЗ з урахуванням умов експлуатації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Раймпель Й. Шасси автомобіля./ Сокр. пер. 1 тома 4-го нем. Узд. В.П.Агапова; Под.ред.И.Н.Зверева. – М.: Машиностроение, 1983. – 536с.
2. Раймпель Й. Шасси автомобиля: Элементы подвески./Перевод с нем. А.Л.Карпухина. Под ред. Г.Г.Гридасова. М.: Машиностроение, 1987. – 288с.
3. Кисликов В.Ф., Лущик В.В. Будова і експлуатація автомобілів: Підручник. – К.: Либідь, 2002. – 400с.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ САЙЛЕНТ-БЛОКОВ КОЛЕСНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ КАТЕГОРИЙ M₁ И N₁ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Чабан С.Г., Кутяков Е.Ю.

Ключевые слова: радиальная нагрузка, ресурсные испытания, угол закручивания, математическая модель, критерии отказа.

Резюме

Приводится методика и результаты статических и ресурсных испытаний сайлент-блоков колесных транспортных средств категорий M_1 и N_1 . По результатам статических испытаний сайлент-блоков установлены закономерности угла закручивания и осевой деформации от конструкции сайлент-блока. Ресурсные испытания показали зависимость наработки на отказ от толщины резинового слоя и конструкции наружной втулки сайлент-блока. Разработана математическая модель влияния конструкции сайлент-блока и режимов нагружения на ресурс наработки сайлент-блоков.

**DEVELOP METHODS AND TEST RESULTS SILENT BLOCKS
WHEELED VEHICLES OF CATEGORIES M1 AND N1 FOR
AGRICULTURE**

Chaban S.G., Kutuyakov E.Y.

Key words : radial load, endurance tests, twist angle, a mathematical model, failure criteria.

Summary

Methods and test results suspensions silent blocks wheeled vehicles of categories $M1$ and $N1$. Are given mathematical model of the impact rubber layer thickness, radial load and angle of torsion resource developments on silent-blocks to failure. Are show mathematical model obtained by many factorial planning of experiments results.