

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМАЦІЙ БОРТОВОЇ ЗОНИ І БОКОВИНИ ШИНИ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ

Подано опис датчиків з електропровідних гум для експериментального дослідження деформацій різних елементів шини і результати експериментів на визначення деформацій у бортовій частині і боковині шини 205/70R14 легкового автомобіля.

Основні види руйнації гум в елементах пневматичних шин пов'язані з явищами втоми, що виникають у результаті динамічних циклічних деформацій елементів шини при коченні дорогою.

Закономірності руйнації гуми від втоми є надзвичайно складними і досі не з'ясовані, незважаючи на багато робіт, присвячених їхньому дослідженню.

У багатьох елементах шини вже на стадії виготовлення з'являються внутрішні дефекти, що у процесі експлуатації під впливом циклічного навантаження збільшуються і є причиною раптової руйнації. Крім того, різка концентрація напруг призводить до виникнення тріщини від втоми гуми вже на ранній стадії експлуатації шини.

Експериментальні дослідження є поки що єдиним засобом оцінки навантаження елементів шини в умовах експлуатації, коли на шину діють чисельні випадкові чинники: стан дорожнього покриття, режими руху автомобіля, його технічний стан і та ін.

Наявні датчики для вимірювання напружено-деформованого стану шин не дозволяють робити виміри деформацій між шарами шини без її руйнації. Датчики для замірювання великих деформацій дуже нестабільні при реєстрації деформацій.

Вимоги до датчиків великих деформацій свідчать про те, що датчики з електропровідної гуми досить ефективні при оцінці деформацій у внутрішніх шарах шини без порушення її цілісності.

Основні характеристики тензорезисторів отримані на стенді для випробовування датчиків, що дозволяє створити деформації розтягу-стиску гумового зразка з датчиками до 35% при частоті нагрівання 10 Гц. З електропровідної гуми у спеціальній прес-формі виготовлялися датчики довжиною 5 мм і товщиною 0,2 мм, що далі завулканізовувалися у випробувальний гумовий зразок. Деформування зразка понад 30% недоцільне, оскільки в елементах шини не очікувалися деформації, вищі від цієї межі.

Випробовувалися понад 25 електропровідних гум. З усіх гум були вибрані чотири гуми, як такі, що відповідають вимогам до тензорезисторів. Отримано регресивне рівняння для гуми 5ЭРС-2, що характеризує чутливість датчика до його власного опору і деформації.

$$h = -2,061 + 3,32R + 1,42\varepsilon - 1,01R^2 - 0,103R\varepsilon - 0,029\varepsilon^2,$$

де h - відхилення на осцилографі, мм; R - опір датчика, кОм; ε - величина відносної деформації.

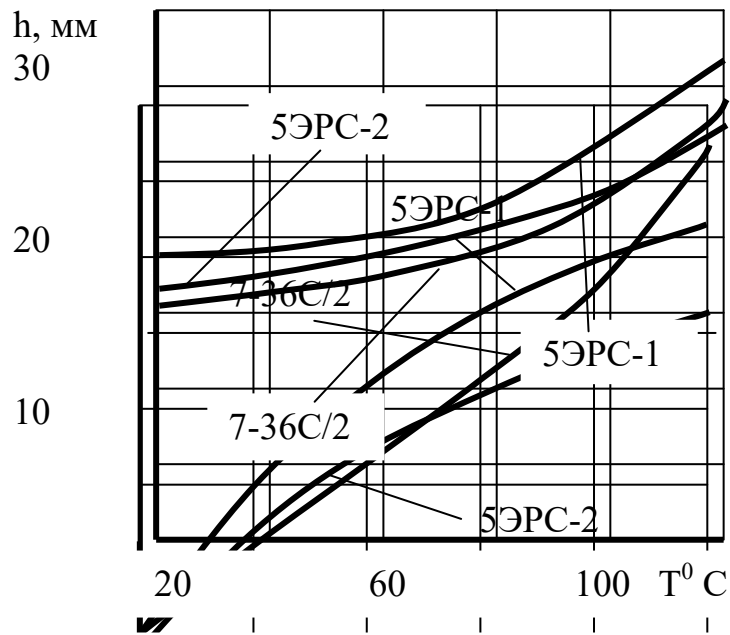


Рис. 2. Залежність тензочутливості датчиків від температури.

Рис. 1. Іарувальна характеристика датчиків із електропровідних гум.

На рис.1 подані тарувальні характеристики датчиків із електропровідної гуми, що мають практично лінійний характер до розміру деформації 25%.

При дослідженні температурної залежності показів датчиків були отримані результати, що підтверджують, що практично їхня тензочутливість не залежить від температури до 40°C (рис. 2).

Датчики уклалися в шини на стадії складання у вигляді розетки і ресстрували деформації в локальній зоні. Розетки розміщувалися на крайках брекера, на каркасі, на боковині шини й у зоні борта шини. Ці зони шини є концентраторами напруг і в них найбільше трапляються дефекти руйнації. Дослідження проводилися на барабанному стенді у відомому режимі руху колеса з різним поєднанням тиску повітря і навантаження.

Для передачі електричного сигналу з тензометричних датчиків, встановлених на обертній шині, був виготовлений спеціальний вал, на який встановлювалася випробовувана шина. На валі встановлені спеціальні електричні витмки і струмознімачі.

Напружено-деформований стан боковини шини 205/70R14 досліджувався при внутрішньому тиску повітря 0,21 МПа і швидкості кочення шини 10-12 м/с на обкатному стенді шинного заводу. У процесі випробування варіювалося навантаження на колесо в межах 5,0-6,3 кН.

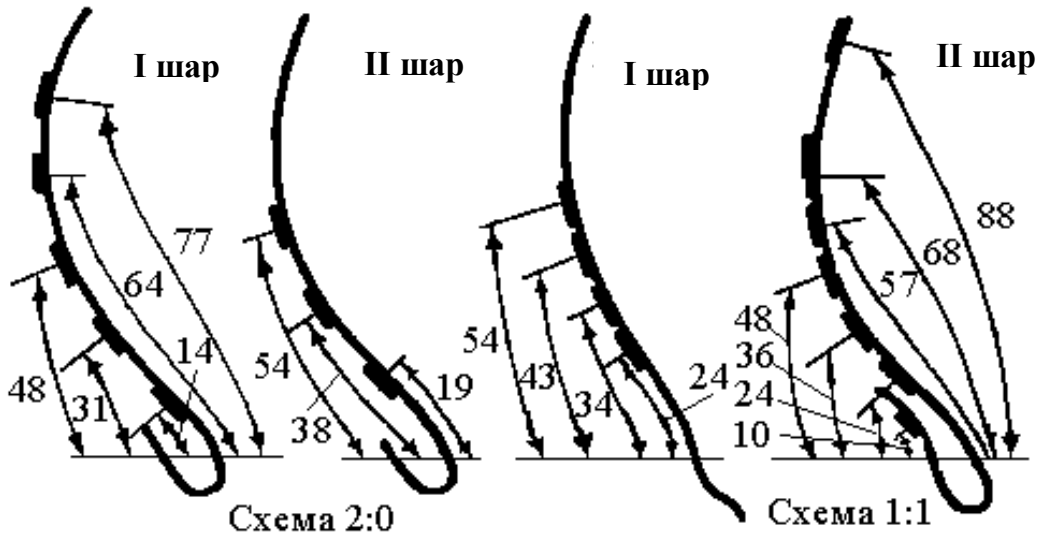


Рис. 3. Схема укладки датчиків деформацій на шарах боковини шини 205/70R14 моделі ИД-220.

За результатами дослідження отримані епюри розподілу деформацій боковини шини (рис. 4, 5).

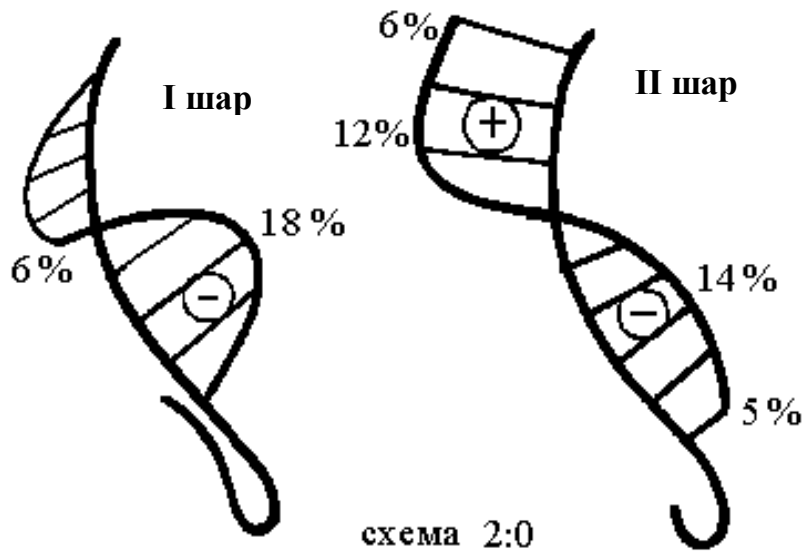


Рис. 4. Епюри розподілу деформацій боковини шини 205/70R13 моделі ИД-220 із стандартною конструкцією бортового кільця.

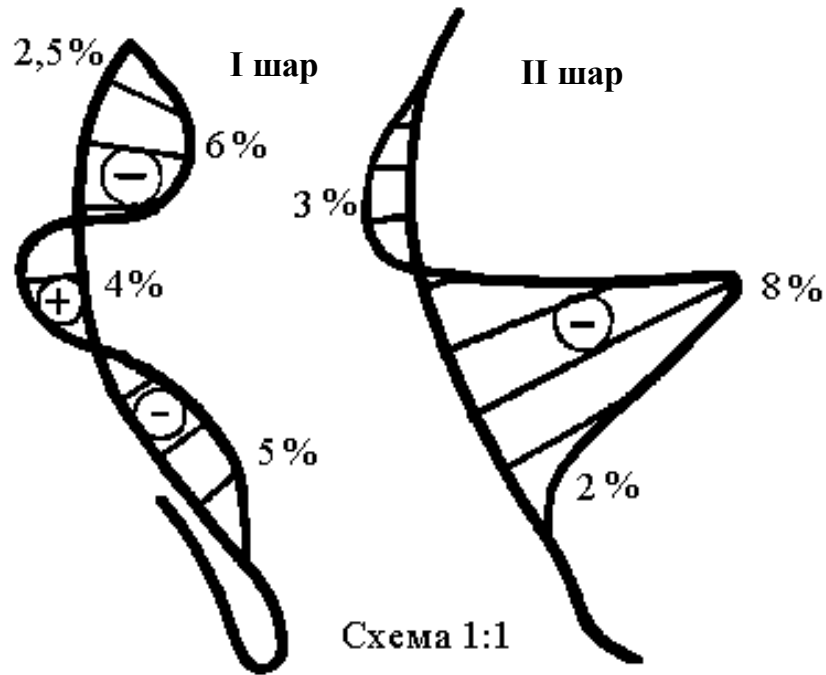


Рис. 5. Епюри розподілу деформацій боковини шини 205/70R13 моделі ИД-220 із зміненою конструкцією бортового кільця.

Найнебезпечнішими перетинами є зони плеча й область бортового кільця. Результати експерименту подані в таблиці. 1.

Аналогічним випробуванням підлягали й інші розміри і конструкції шин. У табл.2 подані розміри розміщення датчиків деформацій на боковини досліджуваних шин.

Аналізуючи вплив конструкції брекера для шин 205/70R14, дійдемо висновку, що найбільший пробіг по першому шарі має шина без екрана з металокордом 22Л15. При звуженні брекера пробіг на першому шарі різко знижується. Застосування корда 9Л22 для цієї шини збільшує деформації в шарах брекера на 25%. Застосування бортової стрічки практично не змінює якісної і кількісної картини в бортовій зоні шин 165/70R13.

Максимальні деформації виникають у локальній зоні на відстані 65-70 мм від бортового кільця. Розмір максимальних деформацій сягає 25-30%. Із збільшенням тиску повітря в шині до 0,23 МПа деформації знижуються в небезпечній зоні до 15%. Застосування бортової стрічки для шин 3 і 4 приводить до підвищення напружено-деформованого стану в бортовій зоні.

Таблиця 1.

Деформації (у %) боковини шини 205/70R14

Навантаження на шину, Н	Точки вимірювання деформацій, мм						
	10	24	36	48	57	68	88
1 шар каркаса шини зі схемою 1:1							
5800	7,5	7,25	7,0	2,5	7,5	4,5	7,5
6300	2,1	10,5	7,5	2,5	7,0	7,5	8,0
1 шар каркаса шини зі схемою 2:0							
5800	9,1	14,8	8,6	7,1	9,8	5,1	9,3
6300	8,4	15,0	9,4	7,2	10,6	7,7	10,1
2 шар каркаса шини зі схемою 1:1							
5800	8,9	16,7	10,2	6,3	9,1	5,3	7,8
6300	9,1	17,9	11,1	7,6	10,2	5,3	7,9

2 шар каркаса шини зі схемою 2:0							
5800	6,8	12,9	11,2	9,1	9,3	5,9	7,6
6300	7,9	16,1	13,5	10,9	11,6	8,8	9,9

Таблиця 2.

Розміщення датчиків деформацій на боковини шини

Найменування шини	Відстань датчиків від борту шини, мм					
	1	2	3	4	5	6
Шина 1	16	26	38	53	70	89
Шина 2	10	22	37	54	75	90
Шина 3	15	30	45	60	75	90
Шина 4	10	25	40	65	78	88

Збільшення деформацій у бортовій зоні з 15 до 35% властиве для шини 175/70R13 при застосуванні бортової стрічки. При цьому локальна зона максимальних деформацій зміщується ближче до бортової каблучки. Так, для шини 4 вона знаходиться на відстані 65-70 мм, а для шини 3 на відстані 45-50 мм. Із зменшенням тиску повітря для шини 3 до 0,18 МПа деформації зростають від 20% до 35%. Шина 4 у діапазоні досліджуваних тисків повітря має практично постійні максимальні деформації.

Конструктивна зміна каркасних шарів в області борту, наприклад, заміна схеми складання шини 2:0 на 1:1 і видалення бортової стрічки не приводять до істотних підвищень деформацій в області заокруглення борту. Однак, другий шар каркасу шини зі схемою 1:1 в області боковини випробовує деформації стиску, як і в стандартній шині, а перший шар випробовує деформацію розтягу, що приводить до міжшарових зрушень.

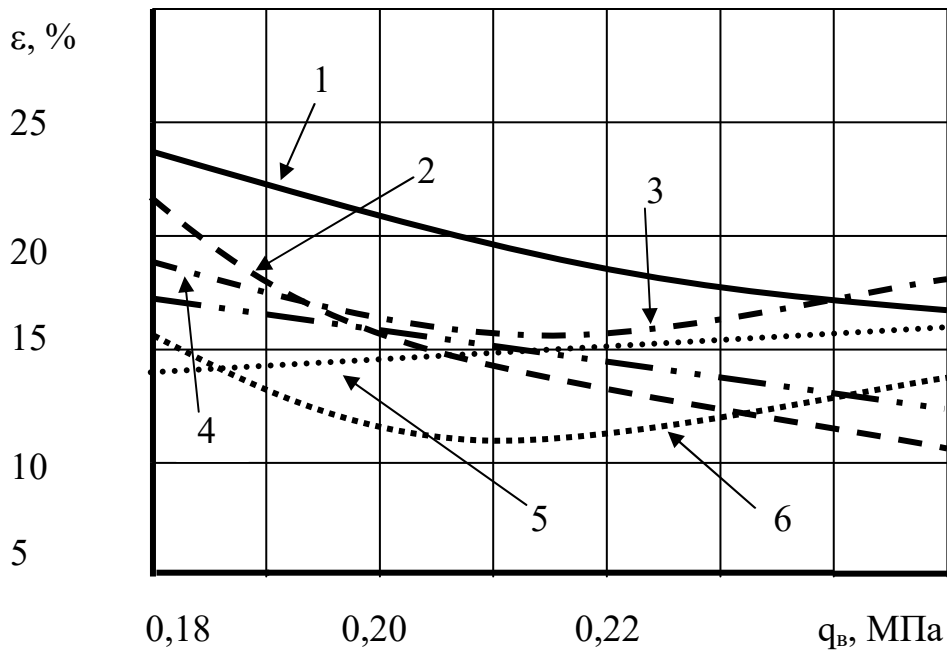


Рис. 6. Залежність деформації боковини від внутрішнього тиску повітря для шини 1.

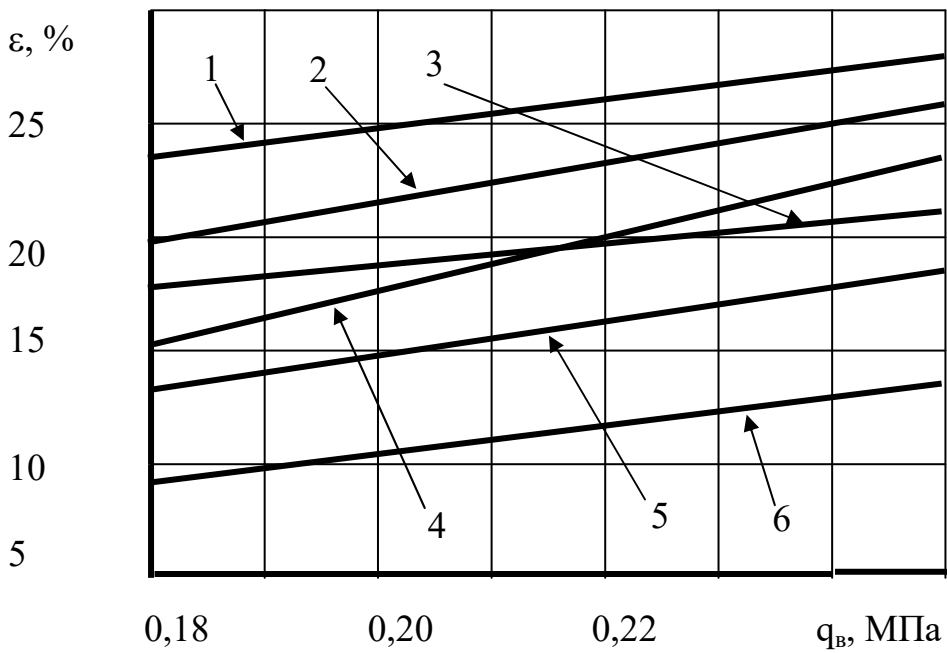


Рис. 7. Залежність деформації боковини від внутрішнього тиску повітря для шини 2.

Helped into sensing elements description from electrical conductivity rubbers for experimental deformations research of different tire elements and experiments results on determination of deformations in side part and side tire 205/70R14 of car.

Одержано 25.02.2000 р.