

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту

**ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ТА
КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ АВТОМОБІЛЬНОЇ ШИНИ
НА РІВЕНЬ ВИПРОМІНЮВАННЯ ШУМУ В ДОРОЖНІХ
УМОВАХ**

Графічна частина

до магістерської кваліфікаційної роботи

зі спеціальності 8.07010601 – Автомобілі та автомобільне господарство
08-29.МКР.006.00.000

Керівник роботи к.т.н., доцент

Кашканов А.А.

Розробив студент гр. 1АТ-15м

Мотолов С.В.

Вінниця ВНТУ 2017

Метою дослідження є зниження рівня шумовипромінювання автомобільної шини шляхом зміни її експлуатаційних і конструктивних параметрів, що дозволить зменшити негативний вплив шуму автомобільної шини на навколишнє середовище.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні **завдання**:

- визначення впливу на рівень і частотні характеристики шумовипромінювання шини, швидкості кочення колеса, внутрішнього тиску, газового наповнювача і розмірів шини;
- оцінка впливу на шумоутворення автомобільної шини її власної частоти і контактної взаємодії з асфальтобетонним дорожнім покриттям при швидкості руху автомобіля в діапазоні від 20 до 100 км/год;
- визначення математичних залежностей розрахунку рівнів випромінювання шуму шиною.

Об'єкт дослідження – процес шумовипромінювання автомобільної шини при взаємодії її з дорожнім покриттям.

Предмет дослідження – зниження шумовипромінювання автомобільної шини в експлуатації.

Наукова новизна отриманих результатів

- Удосконалено експериментальний метод визначення основних джерел шумовипромінювання автомобільної шини в близькому і далекому акустичному полі, шляхом використання $1/3$ октавного і «плавного» фільтрів вимірювального приладу, що дозволило визначити частотні характеристики шуму.
- Отримано подальший розвиток математичної моделі шумовипромінювання шини від її геометричних параметрів, внутрішнього тиску, швидкості кочення і фізико-механічних властивостей матеріалу шини, які відрізняються від раніше відомих тим, що показують залежність шуму від звукового опору шини і її внутрішнього простору.

Практична значимість отриманих результатів

Запропонована методика оцінки рівня випромінюваного шиною шуму дозволяє дати рекомендації не тільки підприємствам, які виготовляють шини, але і тим, які їх експлуатують.

Виконано розрахунки, проведені дорожні та стендові дослідження, в результаті яких перевірена адекватність розроблених математичних моделей, ступінь готовності розроблених технічних засобів і накопичена база даних. Результати наукового дослідження можуть використовуватися в науково-дослідних лабораторіях та підприємствах автомобільного транспорту.

Генерація шуму від автомобільних шин



деформація і коливання
шашок протектора



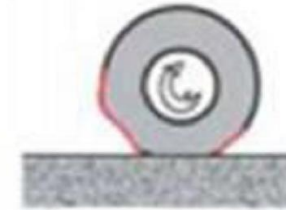
витіснення і підсмоктування
повітря



турбулентний шум
обтікання



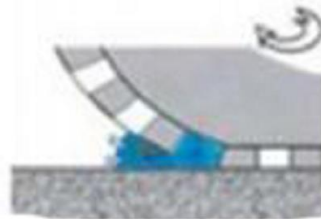
шина і дорога утворює
резонатор Гельмгольца



деформація оболонки
шини

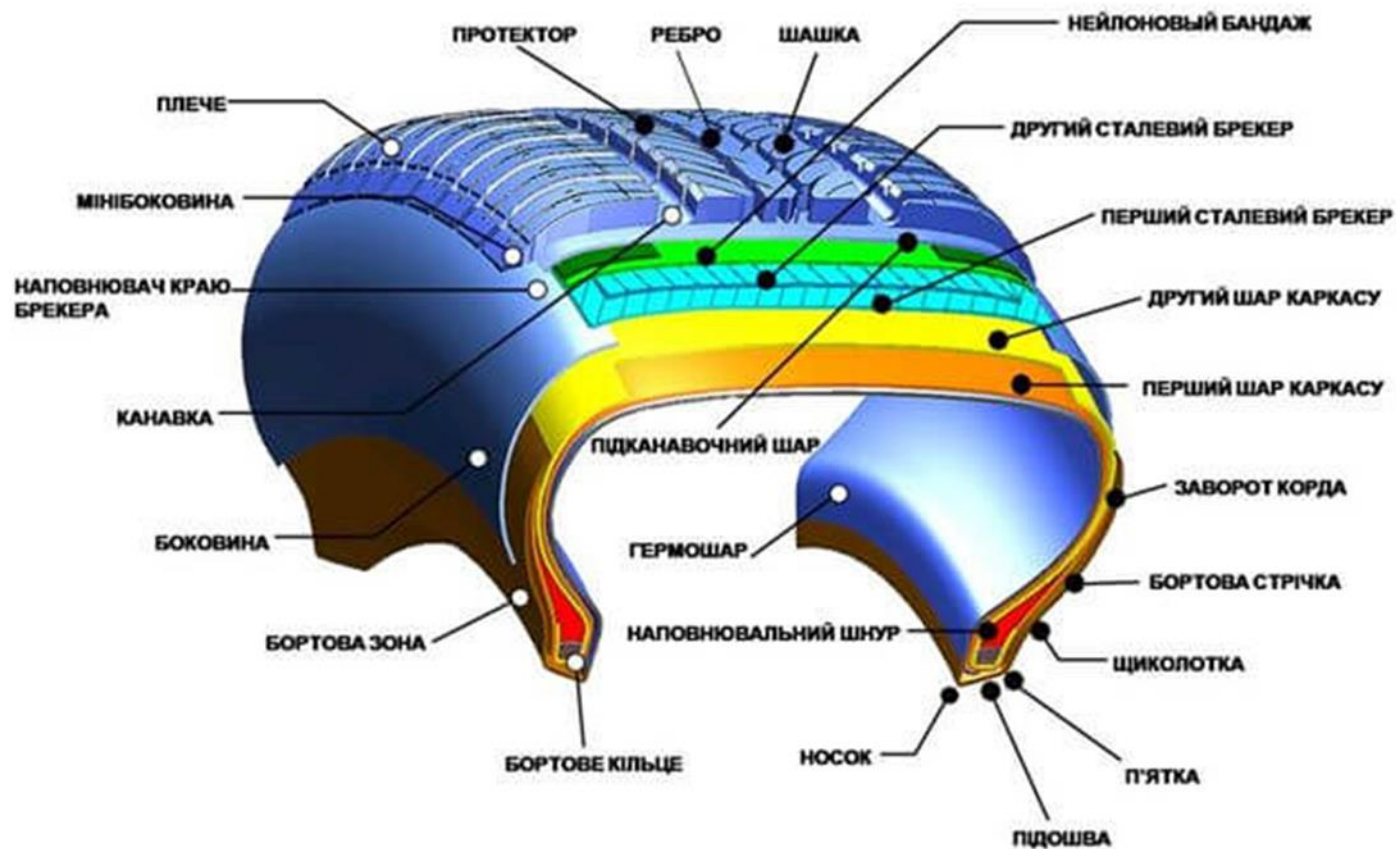


ефект горна

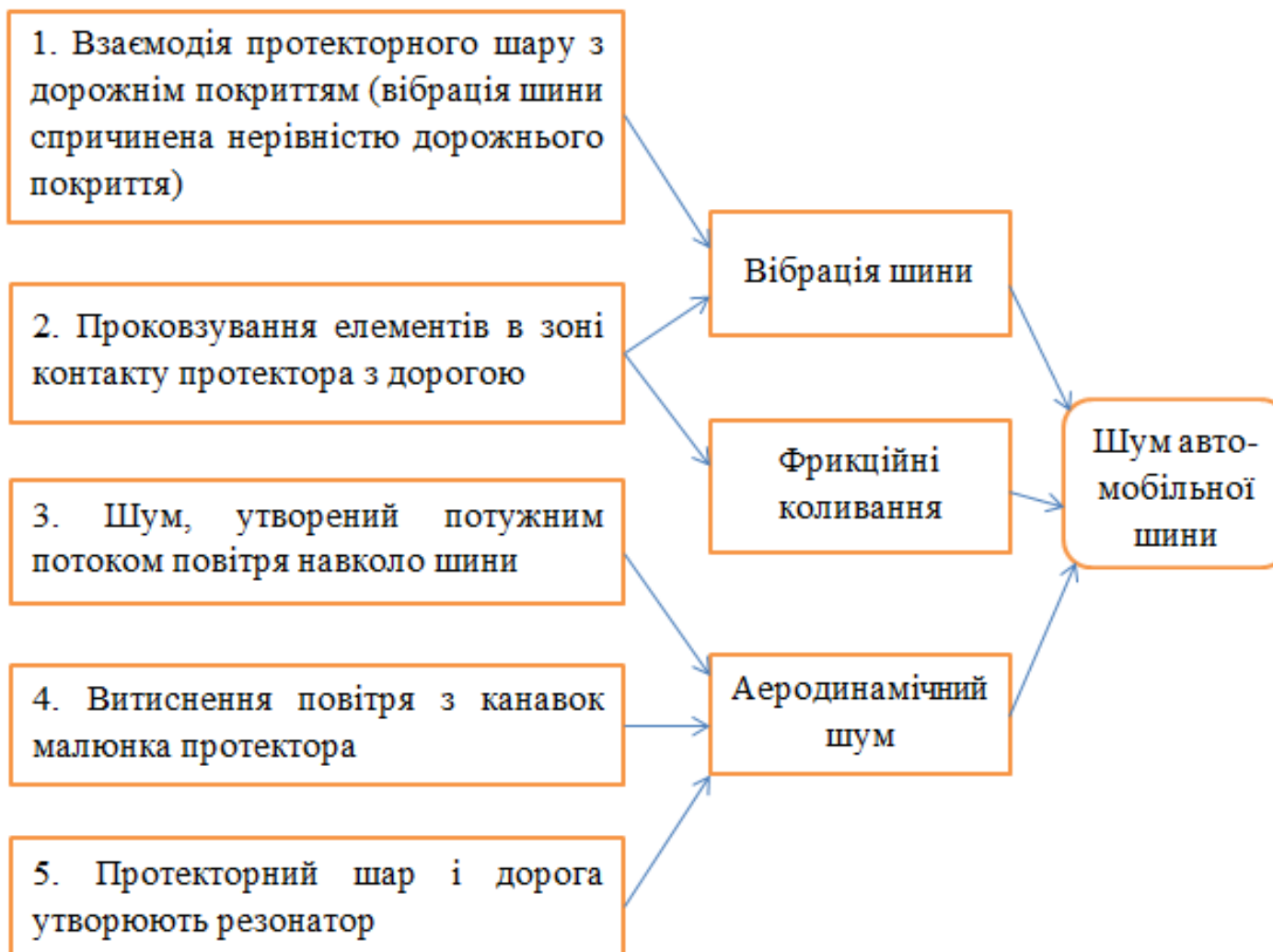


акустичний резонанс

Конструкція радіальної легкової шини



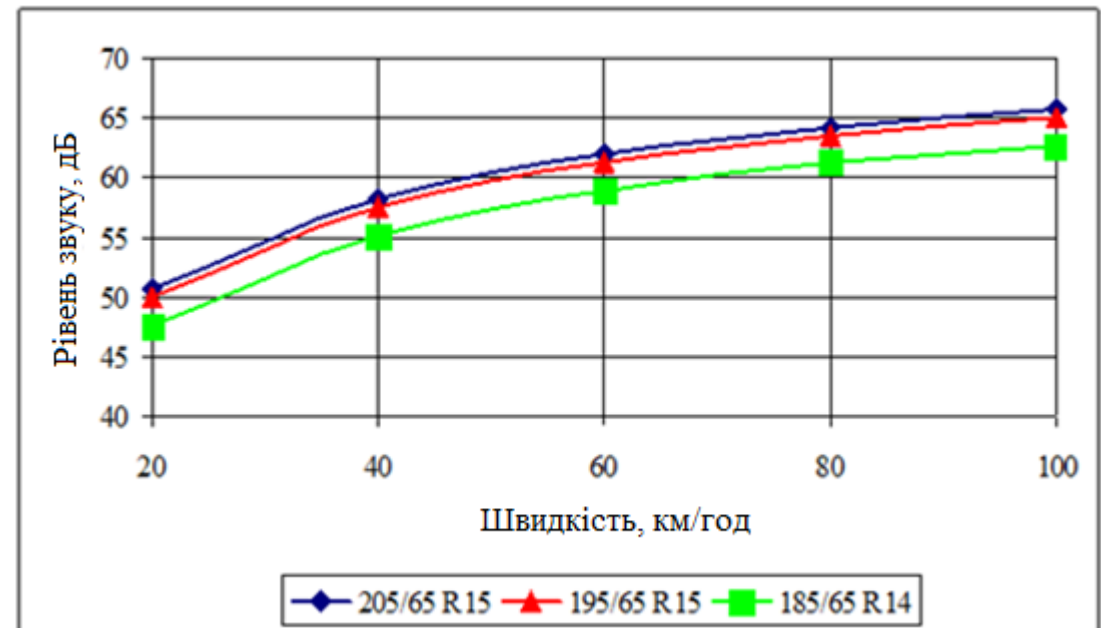
Структура шуму автомобільної шини



Результати теоретичного розрахунку рівня звукового тиску, викликаного вібрацією каркаса для різних розмірів шин

Розмір шини	Швидкість, км/год				
	20	40	60	80	100
205/65R15	50,62	58,15	61,93	64,18	65,68
195/65R15	49,92	57,45	61,23	63,48	64,98
185/65R14	47,62	55,15	58,93	61,18	62,68

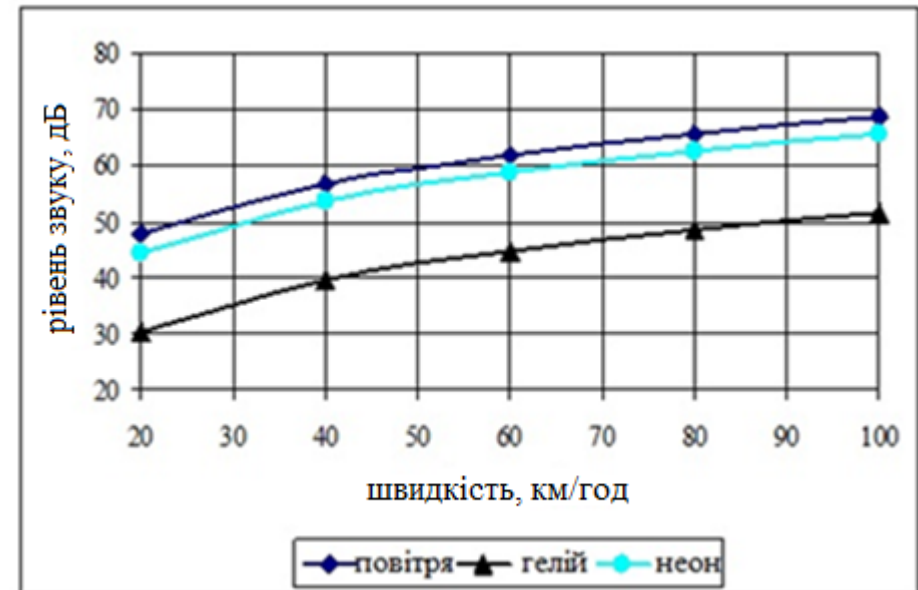
Залежність рівня шуму шини від швидкості руху автомобіля для трьох розмірів шин



Результати теоретичного розрахунку рівня шуму, викликаного вібрацією каркаса з використанням різних наповнювачів

Вид газу	Щільність середовища	Швидкість, км/год				
		20	40	60	80	100
повітря	1,2928	47,62	56,65	61,93	65,68	68,68
неон	0,904	30,45	39,48	44,75	48,51	51,51
гелій	0,179	44,51	53,54	58,82	62,57	65,57

Залежність рівня шуму шини від її швидкості руху з використанням різних газових наповнювачів



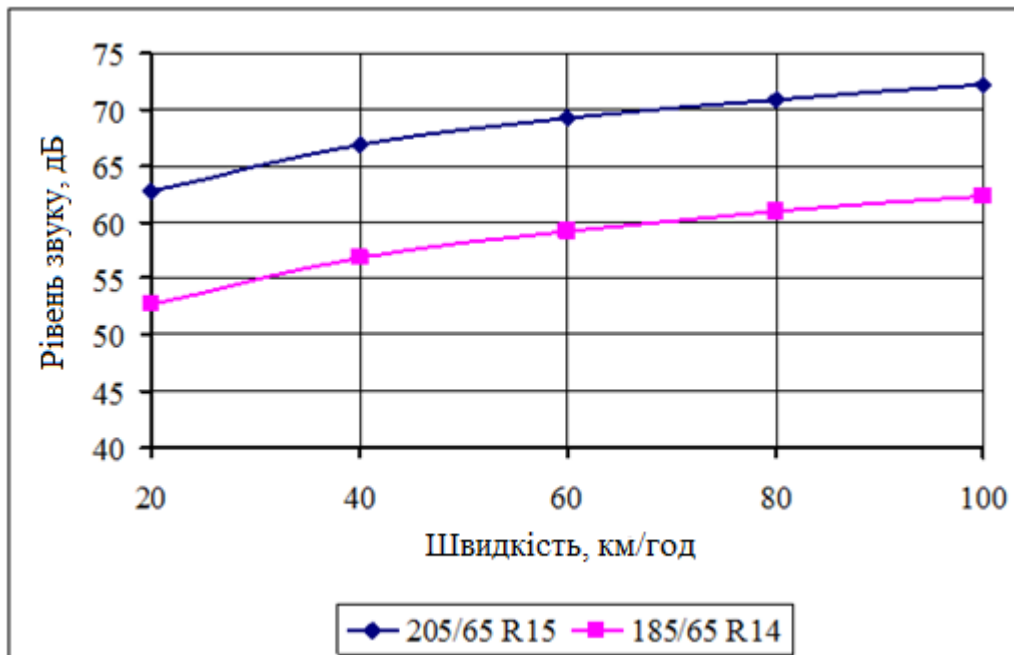
Визначення загального рівня шуму, що характеризує акустичне поле автомобільної шини

Грунтуючись на результати теоретичних досліджень, наведених у підрозділах 2.1., 2.2., 2.3., виведена залежність результуючого рівня звукового тиску, створюваного шумом автомобільної шини:

$$L = 20 \lg \left(\frac{\tau_f (p_{\Pi} + p_{\Sigma})}{p_0} \right),$$

де, p_{Π} – звуковий тиск оболонки шини, МПа;

Введення поправочного коефіцієнта τ_f дозволило уточнити формулу розрахунку загального рівня шуму автомобільної шини. Величина коефіцієнта τ_f залежить від швидкості руху колеса, виду дорожнього покриття, навантаження сприймається колесом і виду самої шини. Раніше, при проведенні теоретичних розрахунків рівнів шуму автомобільних шин, ця поправка не враховувалася.

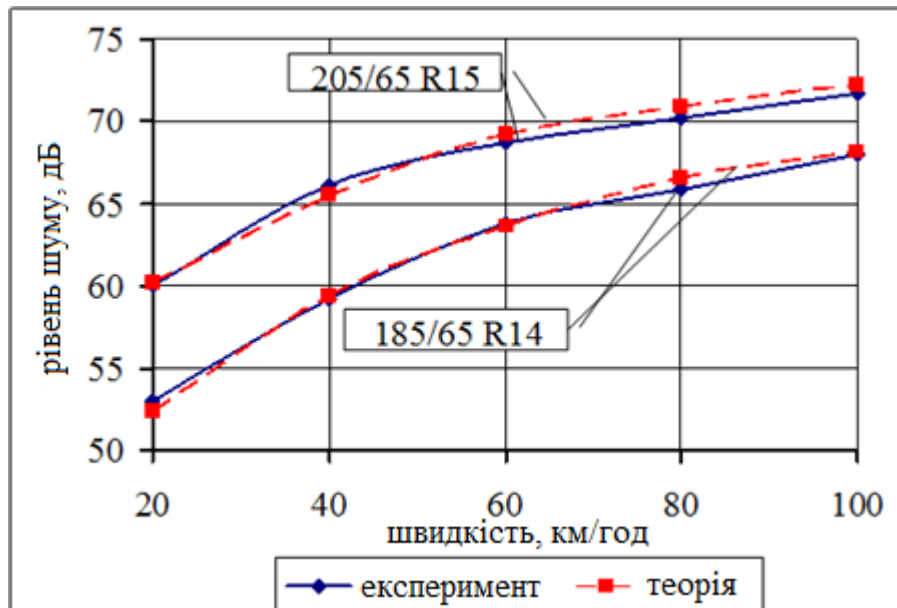


Залежність рівня шуму шини від швидкості руху автомобіля для двох видів шин

Аналіз порівняння результатів, рівнів шумовипромінювання шин, викликаний вібрацією її каркасу

Математичне моделювання складних систем ставить своєю метою полегшити, здешевити і прискорити процес як розробки принципово нової системи, так і вдосконалити шляхом оптимізації параметрів існуючу систему. Математична модель повинна бути адекватною, універсальною і економічною. У процесі побудови математичної моделі, приймається ряд припущень, які дозволяють спростити і зробити її доступною. У зв'язку з цим, математична модель потребує перевірки на адекватність.

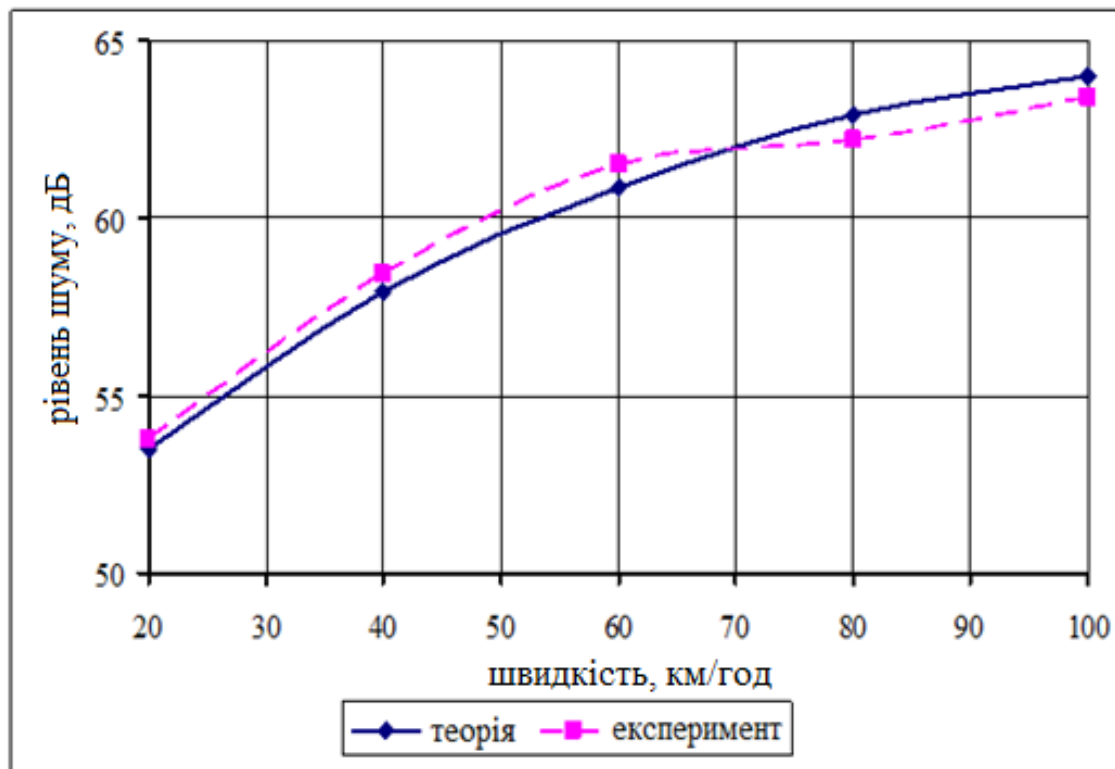
Графік порівняння результатів, отриманих експериментальним і розрахунковим шляхом, рівня шумовипромінювання для шин з різними геометричними параметрами



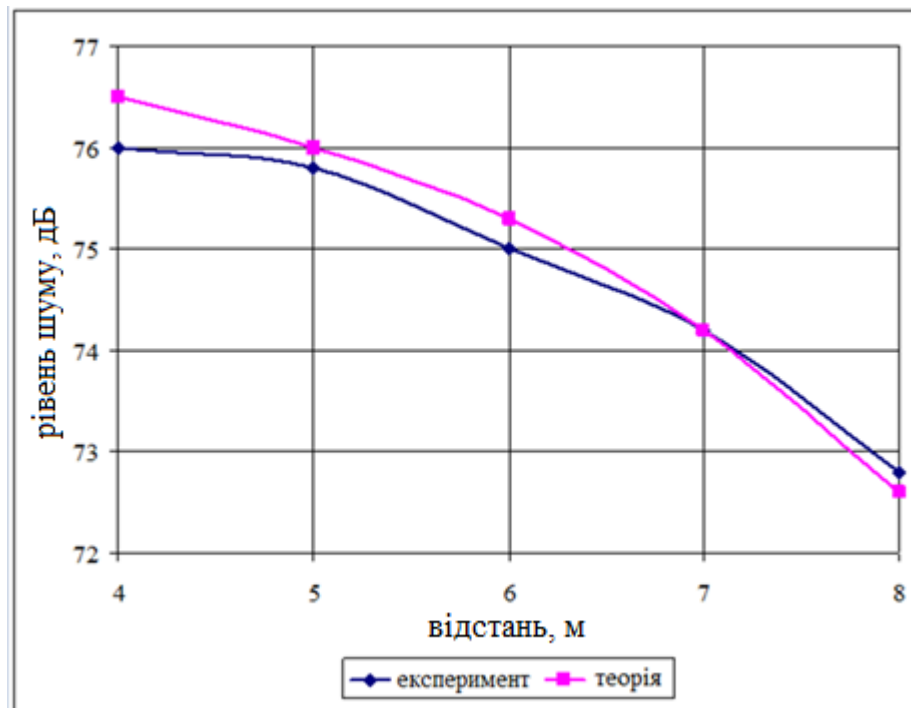
Результати, отримані внаслідок проведення експериментальних і теоретичних досліджень свідчать про те, що дана модель, в основі якої лежить торообразний резонуючий випромінювач, з достатньою точністю описує досліджуваний процес. Математичні залежності, які відображають вплив різних експлуатаційних і конструктивних показників шини на рівень її шумовипромінювання, можуть бути використані для розрахунку рівня шумовипромінювання експлуатованих шин.

Порівняльний аналіз експериментальних і теоретичних результатів для залежності рівня шуму шини від її внутрішнього тиску газу вимагає комплексного підходу. Про це свідчить аналіз частотних характеристик які є результатом дорожніх і лабораторних досліджень шин.

Крім цього, було проведено порівняння результатів, отриманих для рівня шуму автомобільної шини з застосуванням для неї різних газових наповнювачів (азот, неонгелієва суміш, повітря та ін). Порівняємо експериментальні та теоретичні дані:



Однією з основних характеристик поширення звуку в просторі, від якого-небудь джерела є дальність його поширення, яка визначається залежністю рівня випромінюваного звуку від відстані між випромінювачем і приймачем даного звукового випромінювання. Наведена в підрозділі 2.1 математична модель шумовипромінювання автомобільної шини враховує відстані від джерела звуку до приймача. Проведемо порівняльний аналіз результатів, отриманих теоретичним і експериментальним шляхом для рівня шуму на відстані від шини до даного приймача випромінювання. Результати порівняння наведено у графічному вигляді:



Виходячи з наведених вище графіків, слід зазначити, що запропонована модель з достатнім ступенем точності описує модельований процес, що враховує в собі ряд конструктивних і експлуатаційних факторів і дозволяє проводити розрахунки для різних шин при різних умовах експлуатації.

Висновки

Результати теоретичних досліджень дозволяють зробити висновок про те, що загальний шум автомобільної шини створюється внаслідок її вібрації і прослизання матеріалу шини в зоні плями контакту. За допомогою отриманих математичних залежностей розраховано їх внесок у загальну картину шуму шини при русі автомобіля з постійною швидкістю по асфальтобетонному покриттю.

Розрахункові дані свідчать про те, що процес витиснення повітря з канавок протекторного шару шини не впливає на загальний шум автомобільної шини. Шум, випромінюваний даним джерелом, що знаходиться на 10 дБ нижче рівня щодо таких джерел випромінювання шуму шиною, як її вібрація і проковзування елементів протекторного шару щодо дорожньої поверхні.

Збільшення швидкості кочення колеса від 20 до 100 км/год призводить до збільшення рівня звукового випромінювання від 8 до 10 дБ.

Зменшення обсягу шини на 15% призводить до зниження шуму на 10 дБ.

Отримані математичні залежності визначення рівня шуму автомобільної шини, які враховують звуковий опір її матеріалу, внутрішній об'єм і зміну коефіцієнта опору кочення колеса від швидкості його руху.

Частотні характеристики шумовипромінювання шини дозволяють визначити, що шум є наслідком вібрації і фрикційних коливань елементів шини, що виникають при контактній взаємодії протекторного шару шини та дорожнього покриття.

З результатів, отриманих в процесі проведення теоретичного та експериментального досліджень процесу шумовипромінювання автомобільних шин, проведений порівняльний аналіз.

Максимальна розбіжність результатів теоретичних і експериментальних досліджень становить 0,8 дБ. Що допустимо при проведенні дослідження акустичних характеристик об'єктів шумовипромінювання. Найбільша розбіжність спостерігається в діапазоні швидкостей від 80 до 100 км/ч.