

<https://doi.org/10.26565/2079-1747-2026-37-11>

УДК 629.01

¹**О. С. ПИСАРЦОВ**, кандидат технічних наук

доцент кафедри автомобілів ім.А.Б.Гредескула

e-mail: alex.pisartsov@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4661-5441>

¹ *Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

вул. Ярослава Мудрого 25, м. Харків, 61002

ПОРІВНЯЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ОПОРНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ЛІТНІХ І ЗИМОВИХ ПНЕВМАТИЧНИХ ШИН ТИПОРОЗМІРУ 225/55 R18 ЗАЛЕЖНО ВІД ВНУТРІШНЬОГО ТИСКУ

Оптимізація взаємодії пневматичної шини з опорною поверхнею є однією з ключових умов забезпечення ефективності, стійкості та безпеки руху автомобіля. У сучасних умовах експлуатації, коли транспортні засоби часто використовуються як на твердих дорогах, так і на слабких або нестабільних поверхнях, зростає потреба у науково обґрунтованому підході до регулювання внутрішнього тиску в шинах.

У межах роботи виконано порівняння взаємозв'язку між внутрішнім тиском у літніх шинах Michelin Primacy 3 та зимових шинах Triangle Snowlink PL01 типорозміру 225/55 R18 та величиною контактної тиску, що передається транспортним засобом на опорну поверхню. Оптимізація тиску в шинах є ключовим чинником підвищення прохідності, зменшення навантаження на дорожнє покриття та поліпшення керованості, особливо за умов руху по м'яких, нерівних або слабонесучих поверхнях (пісок, сніг, болотистий ґрунт тощо).

У дослідженні також проаналізовано можливі способи впливу на контактний тиск та запропоновано практичні заходи, спрямовані на підвищення показників прохідності. Основною метою роботи було визначення закономірності зміни тиску на контактну поверхню у літніх та зимових шинах залежно від їх внутрішнього тиску.

Експериментальні випробування проводилися відповідно до розробленої методики на автомобілі категорії M1 з підвищеними позашляховими характеристиками — Opel Grandland 1.5 BHDi. Тестування здійснювалося на рівній бетонній поверхні із застосуванням літніх шин Michelin Primacy 3 та зимових шин Triangle Snowlink PL01 типорозміру 225/55 R18.

Отримані експериментальні дані дозволяють стверджувати, що сезонні типи шин відрізняються не лише рисунком протектора чи твердістю гумової суміші, а й характером їхньої механічної взаємодії з опорною поверхнею під навантаженням. Ці відмінності визначають ефективність шин у відповідних кліматичних та дорожніх умовах, а також підтверджують необхідність обґрунтованого вибору шин із урахуванням сезонності, режимів експлуатації, типу дорожнього покриття та вимог до прохідності й безпеки руху.

Представлені у статті графічні залежності шин для різних кліматичних умов наочно підтверджують ефективність та інженерну доцільність зниження внутрішнього тиску в шинах під час експлуатації транспортних засобів у складних дорожніх та позашляхових умовах. Продемонстровані результати свідчать, що зимові та літні пневматичні шини демонструють принципово різний характер деформаційних процесів та специфіку взаємодії з опорною поверхнею навіть за однакових зовнішніх умов та одного й того ж діапазону зміни внутрішнього тиску. Виявлені відмінності зумовлені сукупністю конструктивних, матеріальних та експлуатаційних чинників, які визначають механічну відповідь шин різного сезонного призначення під дією навантаження.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: *тиск на опорну поверхню, тиск у шині, площа плями контакту, прохідність, шини.*

Як цитувати: Писарцов О.С. Порівняльне дослідження характеристик опорної взаємодії літніх і зимових пневматичних шин типорозміру 225/55 R18 залежно від внутрішнього тиску. *Машинобудування*. 2026. Вип. 37. С. 126-136. <https://doi.org/10.26565/2079-1747-2026-37-11>



Вступ

Ефективність експлуатації сучасних автомобілів значною мірою визначається параметрами контакту пневматичної шини з опорною поверхнею. Площа контактної плями, її форма та розподіл тиску впливають на такі ключові характеристики транспортного засобу, як стійкість, керованість, гальмівні властивості, паливна економічність та рівень зносу шин. Одним із найбільш доступних та водночас дієвих способів регулювання параметрів контакту шини з дорогою є зміна внутрішнього тиску в шині.

Разом із тим конструктивні особливості шин різного сезонного призначення — літніх та зимових — суттєво відрізняються. Вони мають різну жорсткість каркаса, еластичність гумової суміші, глибину та конфігурацію протектора. Це зумовлює неоднакову реакцію шин на зміну тиску і, відповідно, формує різні величини питомого тиску на опорну поверхню. Незважаючи на значну кількість робіт, присвячених дослідженню

контактних характеристик шин, комплексний порівняльний аналіз впливу тиску на параметри контактної плями саме для літніх і зимових шин одного розміру залишається недостатньо висвітленим.

У сучасних умовах експлуатації, коли автомобілі використовуються протягом року у змінних дорожніх і кліматичних ситуаціях, науково обґрунтовані рекомендації щодо оптимального тиску в залежності від типу шини набувають особливої практичної значущості. Рациональне регулювання тиску дозволяє підвищити рівень безпеки руху, зменшити енергетичні витрати автомобіля, підвищити прохідність на слабких поверхнях та продовжити ресурс шин.

У цьому контексті порівняльні дослідження характеристик контакту літніх і зимових шин при різних значеннях внутрішнього тиску є актуальним напрямом, який сприяє удосконаленню підходів до технічної експлуатації автотранспорту. Саме цим визначається необхідність проведення даної роботи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Питання впливу внутрішнього тиску в пневматичній шині на параметри контактної взаємодії з опорною поверхнею досить широко розглядається у вітчизняних та зарубіжних дослідженнях. Значна кількість робіт [1–14] присвячена визначенню залежності між величиною тиску та площею контактної плями, яка визначає ступінь навантаження на дорожнє покриття, зчпні властивості та енергетичні параметри руху автомобіля. У публікаціях останніх років демонструється стабільна закономірність: зі зниженням внутрішнього тиску площа контакту зростає, що призводить до зменшення питомого тиску на опорну поверхню. Однак інтенсивність цих змін суттєво залежить від конструкції шини, її жорсткісних характеристик та сезонного призначення.

У сучасних роботах активно застосовуються експериментальні методики визначення площі контактної плями, серед яких найбільш поширеними є оптичні стенди та методи фотографічної фіксації відбитку. Такі підходи дозволяють отримати достовірні дані щодо форми та

розмірів зони контакту у статичних умовах. Поряд із цим проводяться дослідження, засновані на чисельному моделюванні, що дозволяють аналізувати розподіл нормальних напружень у шині з урахуванням її деформацій та зміни зовнішніх факторів, таких як швидкість руху, температура чи динамічне навантаження. Проте застосування чисельних моделей потребує подальшої верифікації результатів у реальних умовах експлуатації.

Окремим напрямом є порівняльні дослідження літніх та зимових шин одного типорозміру. Вони показують, що зимові шини завдяки більш м'якій гумовій суміші та підвищеній еластичності боковини демонструють більшу деформацію при однакових змінах тиску порівняно з літніми аналогами. Це впливає на динаміку зміни контактної площі та питомого тиску, що необхідно враховувати при формуванні рекомендацій щодо режимів експлуатації в різні пори року.

У роботах [3, 7] підкреслено існування майже лінійної залежності між навантаженням на колесо, внутрішнім тиском у

шині та розміром контактної плями. Це створює підґрунтя для побудови математичних моделей прогнозування параметрів взаємодії «шина – опорна поверхня» за різних режимів експлуатації. У дослідженнях [13, 14] акцентовано увагу на поглибленому аналізі розподілу контактного тиску, а також на визначальному впливі таких характеристик, як геометрія та рисунок протектора, радіальна та бічна жорсткість шинної оболонки, конструкційні особливості каркаса.

У роботах [15-17] наведено проведені дослідження впливу тиску на опорну поверхню для шин, які будуть порівнюватися у даній статі.

Незважаючи на наявність значної кількості робіт, низка аспектів залишається недостатньо дослідженою. Зокрема, у більшості публікацій аналіз проводиться

для обмеженої кількості моделей шин або в умовах, далеких від реальної експлуатації. Часто результати отримані на жорстких лабораторних поверхнях, що не дозволяє повною мірою врахувати поведінку шини на слабких або нерівних дорожніх покриттях. Також у літературі відсутні систематизовані порівняльні дані для літніх і зимових шин одного розміру за однакових навантажень і в однакових експериментальних умовах.

Таким чином, проведення порівняльного дослідження впливу внутрішнього тиску на величину питомого тиску для літніх і зимових шин одного типорозміру є актуальним і необхідним для уточнення існуючих закономірностей та формування практичних рекомендацій щодо оптимальних режимів експлуатації автомобільних шин у різні сезони.

Постановка проблеми

Ефективність взаємодії пневматичної шини з опорною поверхнею є ключовим фактором, що визначає прохідність, стійкість та безпеку автомобіля. Тиск на опорну поверхню залежить від площі контакту шини з дорогою, а ця площа змінюється відповідно до внутрішнього тиску в шині та її конструктивних особливостей.

Незважаючи на те, що загальна закономірність — зниження тиску в шині збільшує площу контакту та зменшує тиск на опорну поверхню — є відомою, ступінь цього впливу суттєво відрізняється для шин різних типів (літніх і зимових), які мають різну структуру корду, жорсткість гуми та рисунок протектора. На практиці це означає, що рекомендації щодо регулювання тиску для поліпшення прохідності або зменшення навантаження

на основу не можуть бути універсальними.

Проблема полягає у відсутності порівняльної оцінки впливу тиску у шинах одного розміру, але різного сезонного призначення на тиск опори. Це ускладнює розробку практичних рекомендацій щодо оптимального тиску в шинах для різних дорожніх і кліматичних умов, особливо у випадках, коли автомобіль експлуатується як на твердих дорогах, так і на слабких або нестабільних поверхнях (сніг, пісок, ґрунт).

Для вирішення цієї проблеми необхідно встановити характер та величину змін тиску на опорну поверхню при зміні внутрішнього тиску в літніх і зимових шинах однакового розміру на однаковому транспортному засобі, що дозволить обґрунтувати оптимальні умови їх експлуатації.

Викладення основного матеріалу

Пневматична шина є складною пружною системою, яка забезпечує реалізацію контактної взаємодії автомобіля з опорною поверхнею, визначає його прохідність, стійкість під час руху, ефективність гальмування та комфорт. Одним із базових параметрів, що характеризують якість цієї взаємодії, є тиск шини на опорну поверхню, який залежить від величини площі контакту та

внутрішнього тиску в шині. Від цієї величини тиску суттєво залежать навантаження на дорожнє покриття, здатність автомобіля долати слабкі ґрунти та стійкість машини в умовах погіршеного зчеплення.

Мінімізація контактного тиску на опорну поверхню є одним із ключових критеріїв при проектуванні позашляхових транспортних засобів, гусеничної техніки та

мобільної інженерної техніки, призначеної для експлуатації на слабких або низьконесучих основах – таких як сипкі піски, заболочені ділянки, снігові покриви та інші нестабільні ґрунти. У цих умовах локалізоване надмірне навантаження призводить до значного занурення опорних елементів у ґрунт, що викликає зниження коефіцієнта зчеплення та втрату тягових характеристик транспортного засобу.

З метою підвищення прохідності та забезпечення стабільної взаємодії з опорною поверхнею виникає необхідність конструктивної оптимізації ходової частини. Одним із ефективних рішень є досягнення максимально можливої площі контактної поверхні при збереженні допустимих масо-габаритних параметрів техніки. Раціональне поєднання масогабаритних характеристик транспортного засобу, геометричних параметрів шин або гусениць та адаптивного регулювання внутрішнього тиску в шинах дозволяє забезпечити ефективне функціонування техніки навіть у складних дорожньо-кліматичних умовах.

Контактний тиск на опорну поверхню визначається базовою залежністю:

$$P = \frac{F}{A}$$

де P — контактний тиск; F — вага транспортного засобу, що діє на опорну поверхню; A — площа контактної плями, через яку передається навантаження.

З формули випливає, що величина тиску на опорну поверхню залежить від двох основних чинників: маси транспортного засобу та геометричних характеристик контактної зони коліс або гусениць із поверхнею. Зі збільшенням маси тиск зростає прямо пропорційно, тоді як розширення площі контактної плями,

навпаки, веде до зменшення питомого тиску на ґрунт.

З урахуванням цієї закономірності, зниження тиску повітря в шині призводить до збільшення площі контакту, що, своєю чергою, зменшує тиск на опорну поверхню та покращує прохідність. Проте ступінь зміни цих параметрів залежить від конструкції та жорсткісних характеристик шини, які різняться для літніх та зимових зразків. Зимові шини мають м'якший склад гуми, збільшену еластичність, інший тип ламелізації, що забезпечує роботу протектора при низьких температурах. Натомість літні шини характеризуються більшою жорсткістю та меншим відхиленням форми під навантаженням. Тому можна очікувати, що однакові зміни внутрішнього тиску в шинах різного сезонного призначення спричиняють різний ефект щодо зміни параметрів їх контакту з опорною поверхнею.

У зв'язку з цим постає необхідність проведення порівняльних досліджень літніх і зимових шин одного розміру за умов варіювання внутрішнього тиску. Такий підхід дозволяє оцінити, наскільки сезонні відмінності впливають на тиск та форму плями контакту, а також визначити оптимальні режими експлуатації шин під час руху різними типами доріг.

Методика та організація дослідження. У дослідженні розглядалися пневматичні шини двох типів: літня та зимова, обидві розміру 225/55 R18, що забезпечує коректність порівняння завдяки однаковим геометричним параметрам. Для виконання експериментів було використано легковий автомобіль Opel Grandland 1,5 BHDi (рис.1) масою 1553 кг, навантажений симетрично, що дозволяє отримати репрезентативні результати, не спотворені зміщенням центра мас



Рис. 1 – Тиск на опорну поверхню транспортного засобу категорії M_1
Fig. 1 – Pressure on the supporting surface of a vehicle of category M_1

Вимірювання площі контакту здійснювалося методом побудови площ контактної плями шляхом фіксації відбитків та подальшої обробки. Тиск усередині шин змінювався із кроком 0,1 бар, що дозволило побудувати залежності площі контакту й тиску від величини внутрішнього тиску.

Основні показники, що визначалися у ході дослідження:

- розміри плями контакту, см;
- площа плями контакту, cm^2 ;
- тиск шини на опорну поверхню, кПа;

Згідно результатів дослідження були отримані діаграми впливу внутрішнього тиску шини на опорну поверхню [17-18] Експериментальні дані свідчать, що площа контакту обох шин зменшується зі збільшенням тиску, проте характер і швидкість цього зменшення відрізняються.

Згідно з аналізом діаграм [17-18], за однакових вхідних умов зимова шина Snowlink PL01 формує вищий контактний тиск на опорну поверхню порівняно з літньою шиною Michelin Primacy 3. Така різниця, ймовірно, зумовлена відмінностями у конструктивній архітектурі каркаса,

жорсткості гумової суміші та конфігурації протектора, що визначають особливості розподілу навантаження у зоні контакту.

Виходячи з цього, доцільним є проведення детального аналізу змін геометричних параметрів контактної плями шини з опорною поверхнею. Для цього планується представлення узагальнених таблиць експериментально виміряних лінійних та площинних характеристик досліджуваних шин. На основі цих даних будуть побудовані відповідні графічні залежності, що дозволять визначити закономірності зміни форми та площі контактної зони.

Такий підхід дає змогу кількісно оцінити вплив конструктивних особливостей шин та режимів навантаження на характер взаємодії з дорожнім покриттям, що, у свою чергу, дозволяє обґрунтовано порівнювати ефективність різних типів шин та робити висновки щодо оптимізації їх експлуатаційних характеристик у різних умовах.

Згідно результатів виміру геометричних розмірів наводимо графіки для літніх шин Michelin Primacy 3 (рис.2) та зимових шин Triangle Snowlink PL01 (рис 3).

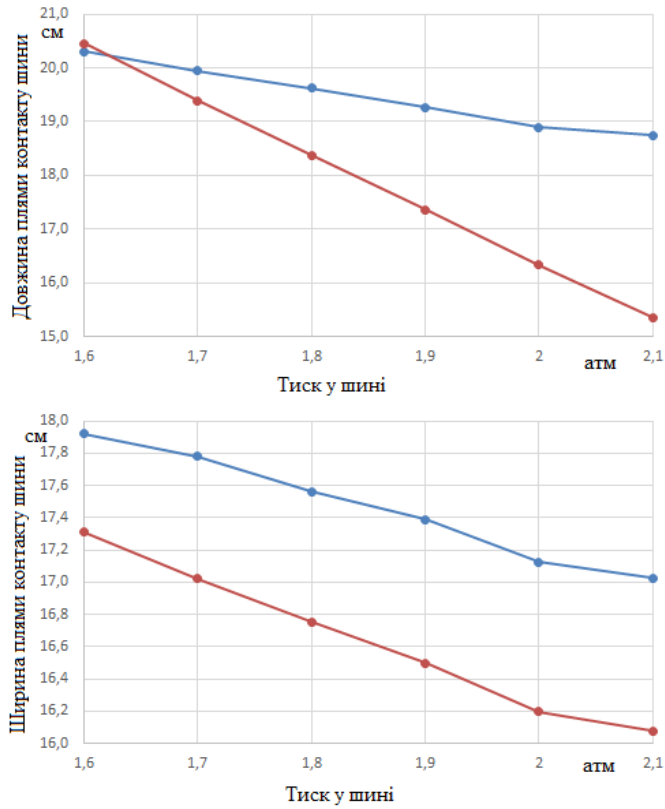


Рис. 2 – Геометричні розміри поверхні контакту літніх шин Triangle Snowlink PL01
Fig. 2 – Geometric dimensions of the contact surface of summer tires Michelin Primacy 3

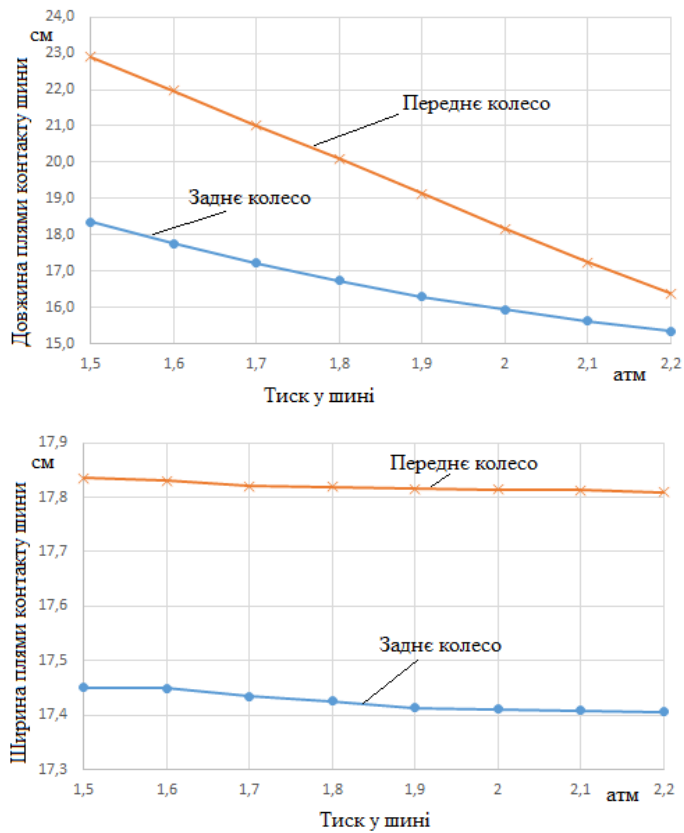


Рис. 3 – Геометричні розміри поверхні контакту зимових шин Triangle Snowlink PL01
Fig. 3 – Geometric dimensions of the contact surface of winter tires Triangle Snowlink PL01

Висновки

Експериментальні дані свідчать, що площа контакту обох шин зменшується зі збільшенням тиску, проте характер і швидкість цього зменшення відрізняються.

Аналіз отриманих графічних залежностей дає змогу констатувати, що зимові та літні пневматичні шини демонструють принципово різний характер деформаційних процесів та специфіку взаємодії з опорною поверхнею навіть за однакових зовнішніх умов та одного й того ж діапазону зміни внутрішнього тиску. Виявлені відмінності зумовлені сукупністю конструктивних, матеріальних та експлуатаційних чинників, які визначають механічну відповідь шин різного сезонного призначення під дією навантаження.

Зокрема, зимова шина Snowlink PL01 під час зниження внутрішнього тиску з 2,2 до 1,5 атм характеризується майже незмінною шириною контактної плями. Така стабільність поперечних деформацій свідчить про високу еластичність гумової суміші, значну кількість ламел, а також про специфічні конструктивні параметри каркаса і боковин, які забезпечують здатність шини ефективно адаптуватися до зменшення тиску без суттєвого збільшення ширини профілю. Водночас відзначається помітне зростання довжини контактної плями, що вказує на подовжній характер деформації каркаса та «розтікання» шини в напрямку дії вертикального навантаження. Таке збільшення довжини контактної зони є фактором підвищення загальної площі контакту, а відтак — покращення зчепних

властивостей на поверхнях із низьким коефіцієнтом адгезії, характерних для зимового періоду (ущільнений сніг, лід, сльота).

На противагу цьому, літня шина Michelin Primacy 3 виявляє більш рівномірну й лінійну реакцію на зміну тиску, демонструючи деформації як у поперечному, так і у поздовжньому напрямках. Така поведінка є наслідком підвищеної жорсткості гумової суміші, оптимізованої для високотемпературних умов експлуатації, а також більш жорсткого каркаса, який меншою мірою компенсує зниження внутрішнього тиску. У результаті відбувається зміна конфігурації контактної плями — від округлішої до більш витягнутої, що обумовлює специфіку розподілу навантаження по протектору, рівень зчеплення під час руху на сухому та мокрому асфальті, а також впливає на курсову стійкість та поведінку автомобіля при маневруванні на високих швидкостях.

Отримані експериментальні дані дозволяють стверджувати, що сезонні типи шин відрізняються не лише рисунком протектора чи твердістю гумової суміші, а й характером їхньої механічної взаємодії з опорною поверхнею під навантаженням. Ці відмінності визначають ефективність шин у відповідних кліматичних та дорожніх умовах, а також підтверджують необхідність обґрунтованого вибору шин із урахуванням сезонності, режимів експлуатації, типу дорожнього покриття та вимог до прохідності й безпеки руху.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють, що конфлікту інтересів щодо публікації рукопису немає. Крім того, автори повністю дотримувались етичних норм, включаючи плагіат, фальсифікацію даних та подвійну публікацію.

Список використаної літератури

1. Samuel K. Clark. *Mechanics of Pneumatic Tires*, Nat. Bur. Stand : monogr. 1971. 853 p. URL: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/MONO/nbsmonograph122.pdf> (Last accessed 05.13.2026)
2. Smith D.L.O., Dickson J.W. Contributions of vehicle weight and ground pressure to soil compaction, *Journal of Agricultural Engineering Research*. 1990. Vol. 46. Pp. 13-29. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0021-8634\(05\)80110-6](https://doi.org/10.1016/S0021-8634(05)80110-6)
3. A Study on the Contact Characteristics of Tires–Roads Based on Pressure-Sensitive Film Technology / Chen B., Ding P., Wei G., Xiong C., Wang F., Yu J., Yu H., Zou Y. *Materials*. 2023. no 16. 6323. DOI: <https://doi.org/10.3390/ma16186323>

4. Arriaga F., Luck B., Siemering G. Managing Soil Compaction at Planting and Harvest (A4158). Madison, 2018. URL: <https://learningstore.extension.wisc.edu/products/managing-soil-compaction-at-planting-and-harvest-p1883> (Last accessed 22.01.2026)
5. Douglas R., Woodward D., Woodside A. Road contact stresses and forces under tires with low inflation pressure. *Canadian Journal of Civil Engineering*. 2011. URL: https://www.researchgate.net/publication/237188591_Road_contact_stresses_and_forces_under_tires_with_low_inflation_pressure (Last accessed 22.01.2026)
6. Duiker, S. Avoiding Soil Compaction. Penn State Extension. 2004. URL: <https://extension.psu.edu/avoiding-soilcompaction> (Last accessed 22.01.2026)
7. Vermeulen G. D., Perdok U. D. Chapter 19 - Benefits of Low Ground Pressure Tyre Equipment, *Developments in Agricultural Engineering*, Elsevier. 1994. Vol. 11. Pp. 447-478. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-88286-8.50027-1>
8. Prediction of aspects of soil-wheel systems / A. J. Koolen, P. Lerink, D.A.G. Kurstjens, J.J.H. van den Akker, W.B.M. Arts. *Soil and Tillage Research*. 1992. Vol. 24. Iss. 4. DOI: [https://doi.org/10.1016/0167-1987\(92\)90120-Z](https://doi.org/10.1016/0167-1987(92)90120-Z)
9. Measurement of Contact Patch Pressure Behaviors in High-Speed Dynamic Conditions / Marco Furlan, Matthew Strang, Mateo Gladstone, Henning Olsson. *Tire Science and Technology*. 2025. no 53 (1). Pp. 2–13. doi: <https://doi.org/10.2346/789802>
10. Effect of Increased Deflection Tire Technology on Soil Compaction / Mehari Z. Tekeste, Thomas R. Way, Wayne Birkenholz, Sally Brodbeck. *Journal of the ASABE*. 2023. No 66(1). Pp. 75-84. URL: <https://elibrary.asabe.org/abstract.asp?aid=53760> (Last accessed 22.01.2026)
11. Costanzi M., Rouillard V., Cebon D. Effects of tire contact pressure distribution on the deformation rates of pavements. *9th International Symposium on Heavy Vehicle Weights and Dimensions. International Forum for Road Transport Technology*. 2019. URL: https://www.researchgate.net/publication/237260941_Effects_of_tire_contact_pressure_distribution_on_the_deformation_rates_of_pavements (Last accessed 22.01.2026)
12. Effects of tire inflation pressure on soil contact pressure and rolling resistance of farm tractors / Van N.V., Matsuo T., Kuomoto T., Inaba Shigeki. *Bull Fac Agr Saga Univ*. 2008. URL: https://www.researchgate.net/publication/292697477_Effects_of_tire_inflation_pressure_on_soil_contact_pressure_and_rolling_resistance_of_farm_tractors (Last accessed 22.01.2026)
13. Effect of Tire Inflation Pressure on Rolling Resistance, Contact Patch Area and Braking Distance / Ishan P. Mehta, Sudhendunath N. Pande, Mayank B. Patel, Gurpritsingh T. Viridi. *International Journal of Science Technology & Engineering*. 2017. Vol. 3. Issue 10. URL: https://www.academia.edu/35691809/Effect_of_Tire_Inflation_Pressure_on_Rolling_Resistance_Contact_Patch_Area_and_Braking_Distance (Last accessed 22.01.2026)
14. What happens in the tire contact area? / Marzieh Salehi, Jacques W. M. Noordermeer (Contributor), Louis A.E.M. Reuvekamp, Anke Blume. *Tire Technology Expo 2020 – Hanover Messe*. Hanover, 2020.
15. Писарцов О. Залежність впливу тиску на опорну поверхню від тиску в літній шині розміром 225/55 R18. *Автомобільний транспорт*. 2025. No (56). Pp. 13–18. DOI: <https://doi.org/10.30977/AT.2219-8342.2025.56.0.02>
16. Писарцов О. С. Залежність впливу тиску на опорну поверхню від тиску в зимовій шині Triangle snowlink PI01 Типорозміру 225/55 R18. *Машинобудування*. 2025. Iss. 35. Pp. 54-64 DOI: <https://doi.org/10.26565/2079-1747-2025-35-06>
17. Писарцов О. С. Дослідження тиску на опорну поверхню транспортного засобу категорії М, на прикладі «Опель Grandland 1,5 VHDI». Сучасне автомобілебудування, автотехнічна експертиза, експлуатація автомобільного транспорту та підготовка фахівців галузі транспорт : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. до Дня автомобіліста та дорожника Харків : ХНАДУ, 2024.

Отримано: 17.12.2025 / Переглянуто: 23.01.2026 / Прийнято: 25.05.2026 / Опубліковано: 30.05.2026

¹**PYSARTSOV O, PhD**

Associate professor Department of Automobiles named after A. B. Gredeskul,

e-mail: alex.pisartsov@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4661-5441>

¹*Kharkiv National Automobile and Highway University*

Yaroslava Mudrogo str. 25,61002, Kharkiv, Ukraine

COMPARATIVE STUDY OF THE SUPPORT INTERACTION CHARACTERISTICS OF SUMMER AND WINTER PNEUMATIC TIRES OF SIZE 225/55 R18 DEPENDING ON INTERNAL PRESSURE

Optimization of the interaction between a pneumatic tire and the supporting surface is one of the key conditions for ensuring the efficiency, stability, and safety of vehicle operation. Under modern operating conditions, where vehicles are frequently used on both paved roads and weak or unstable surfaces, the need for a scientifically grounded approach to regulating internal tire pressure is increasing.

Within this study, a comparison was carried out between the relationship of internal pressure in summer Michelin Primacy 3 tires and winter Triangle Snowlink PL01 tires of size 225/55 R18, and the magnitude of the contact pressure transmitted by the vehicle to the supporting surface. Optimization of tire pressure is a fundamental factor in improving off-road capability, reducing the load on the road surface, and enhancing vehicle handling—especially when driving on soft, uneven, or low-bearing-capacity surfaces such as sand, snow, or marshy ground.

The study also analyzed possible methods of influencing contact pressure and proposed practical measures aimed at increasing vehicle mobility performance. The main objective of the research was to determine the regularities in the change of pressure on the contact surface in summer and winter tires depending on their internal pressure.

Experimental testing was conducted according to the developed methodology using an M1-category vehicle with enhanced off-road capabilities—an Opel Grandland 1.5 BHDi. Tests were carried out on a flat concrete surface using summer Michelin Primacy 3 tires and winter Triangle Snowlink PL01 tires of size 225/55 R18.

The obtained experimental data indicate that seasonal tire types differ not only in tread pattern or rubber compound hardness but also in the nature of their mechanical interaction with the supporting surface under load. These differences determine tire effectiveness in specific climatic and road conditions and confirm the necessity of justified tire selection based on seasonality, operating modes, road surface type, and requirements for mobility and driving safety.

The graphical dependencies presented in the article for tires designed for different climatic conditions clearly confirm the effectiveness and engineering feasibility of reducing internal tire pressure during vehicle operation in challenging road and off-road environments. The demonstrated results show that winter and summer pneumatic tires exhibit fundamentally different deformation behavior and interaction patterns with the supporting surface, even under identical external conditions and within the same range of internal pressure variation. The identified differences are determined by a combination of structural, material, and operational factors that define the mechanical response of tires of different seasonal types under load.

KEYWORDS: ground pressure, tire pressure, contact patch area, off-road capability, tires.

In cites: Pysartsov O. (2026). Comparative study of the support interaction characteristics of summer and winter pneumatic tires of size 225/55 r18 depending on internal pressure. *Engineering*, (37), 126-136. <https://doi.org/10.26565/2079-1747-2026-37-11> (in Ukraine)

Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of the manuscript. In addition, the authors fully complied with ethical standards, including plagiarism, data falsification, and double publication.

References

1. Samuel K. Clark 1971, *Mechanics of Pneumatic Tires* <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/MONO/nbsmonograph122.pdf>
2. Smith, D.L.O. & Dickson, J.W. 1990, ‘Contributions of vehicle weight and ground pressure to soil compaction’, *Journal of Agricultural Engineering Research*, Vol. 46, Pp. 13-29, [https://doi.org/10.1016/S0021-8634\(05\)80110-6](https://doi.org/10.1016/S0021-8634(05)80110-6)
3. Chen, B, Ding, P, Wei, G, Xiong, C, Wang, F, Yu, J, Yu, H & Zou, Y 2023, ‘A Study on the Contact Characteristics of Tires–Roads Based on Pressure-Sensitive Film Technology’, *Materials*, no 16, 6323. <https://doi.org/10.3390/ma16186323>
4. Arriaga, F, Luck B & Siemering. G 2018, *Managing Soil Compaction at Planting and Harvest* Madison, viewed <<https://learningstore.extension.wisc.edu/products/managing-soil-compaction-at-planting-and-harvest-p1883>>
5. Douglas, R, Woodward, D & Woodside OBE, A 2011, ‘Road contact stresses and forces under tires with low inflation pressure’, *Canadian Journal of Civil Engineering*, viewed <https://www.researchgate.net/publication/237188591_Road_contact_stresses_and_forces_under_tires_with_low_inflation_pressure>
6. Duiker, S 2004, *Avoiding Soil Compaction*. Penn State Extension, viewed <<https://extension.psu.edu/avoiding-soilcompaction>>
7. Vermeulen, GD & Perdok, UD 1994, ‘Chapter 19 - Benefits of Low Ground Pressure Tyre Equipment’, *Developments in Agricultural Engineering*, Elsevier, Vol. 11, Pp. 447-478 <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-88286-8.50027-1>
8. Koolen, AJ, Lerink, P, Kurstjens, DAG, van den Akker, JJH & Arts, WBM 1992, ‘Prediction of aspects of soil-wheel systems’, *Soil and Tillage Research*, Vol. 24, Issue 4. [https://doi.org/10.1016/0167-1987\(92\)90120-Z](https://doi.org/10.1016/0167-1987(92)90120-Z)
9. Marco Furlan, Matthew Strang, Mateo Gladstone & Henning Olsson 2025, ‘Measurement of Contact Patch Pressure Behaviors in High-Speed Dynamic Conditions’, *Tire Science and Technology*, iss 53 (1), Pp. 2–13. doi: <https://doi.org/10.2346/789802>
10. Mehari, Z. Tekeste, Thomas R. Way, Wayne Birkenholz & Sally Brodbeck 2023, ‘Effect of Increased Deflection Tire Technology on Soil Compaction’, *Journal of the ASABE*, no 66(1), Pp. 75-84. viewed <<https://elibrary.asabe.org/abstract.asp?aid=53760>>
11. Marco Costanzi, Vincent Rouillard & Cebon David 2019, ‘Effects of tire contact pressure distribution on the deformation rates of pavements’, *9th International Symposium on Heavy Vehicle Weights and Dimensions. International Forum for Road Transport Technology, February 2019*, viewed <https://www.researchgate.net/publication/237260941_Effects_of_tire_contact_pressure_distribution_on_the_deformation_rates_of_pavements>
12. Van, NV, Matsuo, T, Kuomoto, T & Inaba, Shigeki 2008, ‘Effects of tire inflation pressure on soil contact pressure and rolling resistance of farm tractors’, *Bull Fac Agr Saga Univ*, viewed <https://www.researchgate.net/publication/292697477_Effects_of_tire_inflation_pressure_on_soil_contact_pressure_and_rolling_resistance_of_farm_tractors>
13. Ishan P. Mehta, Sudhendunath N. Pande, Mayank B. Patel, Gurpritsingh T. Viridi 2017, ‘Effect of Tire Inflation Pressure on Rolling Resistance, Contact Patch Area and Braking Distanc’, *International Journal of Science Technology & Engineering*, Vol. 3, Issue 10, viewed <https://www.academia.edu/35691809/Effect_of_Tire_Inflation_Pressure_on_Rolling_Resistance_Contact_Patch_Area_and_Braking_Distance>
14. Marzieh Salehi, Jacques W.M. Noordermeer (Contributor), Louis A.E.M. Reuvekamp & Anke Blume 2020, ‘What happens in the tire contact area?’, *Tire Technology Expo 2020 – Hanover*
15. Pysartsov, O 2025, ‘Zalezhnist vplyvu tysku na opornu poverkhniu vid tysku v litnii shyni rozmirom 225/55 R18’ [Dependence of the effect of pressure on the supporting surface on the pressure in a summer tire of size 225/55 R18], *Avtomobilnyi transport*, iss (56), Pp. 13–18. <https://doi.org/10.30977/AT.2219-8342.2025.56.0.02> (in Ukraine)
16. Pysartsov, OS 2025, ‘Zalezhnist vplyvu tysku na opornu poverkhniu vid tysku v zymovii shyni Triangle snowlink PI01 Typorozmiru 225/55 R18’ [Dependence of the pressure effect on the

bearing surface on the pressure in the winter tire Triangle snowlink P101 Typorozmiru 225/55 R18], *Mashynobuduvannia*, no 35, Pp. 54-64 <https://doi.org/10.26565/2079-1747-2025-35-06> (in Ukraine)

17. Pysartsov, OS 2024, 'Doslidzhennia tysku na opornu poverkhniu transportnoho zasobu katehorii M1 na prykladi «Opel Grandland 1,5 BHDI»' [Research on the pressure on the supporting surface of a vehicle of category M1 using the example of "Opel Grandland 1.5 BHDI"], *Cuchasne avtomobilebuduvannia, avtotekhnichna ekspertyza, ekspluatatsiia avtomobilnoho transportu ta pidhotovka fakhivtsiv haluzi transport, KhNADU, 22-23 zhovtnia 2024 r.* (in Ukraine)

Submission received: 12.17.2025/Revised: 01.23.2025/Accepted: 05.25.2026/Published: 05.30.2026