

DOI: <https://doi.org/10.26565/2079-1747-2025-35-06>  
УДК 629.01

<sup>1</sup> **О.С.ПИСАРЦОВ**, кандидат технічних наук  
старший викладач кафедри автомобілів ім.А.Б.Гредескула  
e-mail: [alex.pisartsov@gmail.com](mailto:alex.pisartsov@gmail.com) ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4661-5441>  
<sup>1</sup> *Харківський національний автомобільно-дорожній університет*  
вул. Ярослава Мудрого 25, м. Харків, 61002

## ЗАЛЕЖНІСТЬ ВПЛИВУ ТИСКУ НА ОПОРНУ ПОВЕРХНЮ ВІД ТИСКУ В ЗИМОВІЙ ШИНІ TRIANGLE SNOWLINK PL01 ТИПОРОЗМІРУ 225/55 R18

У процесі вивчення впливу внутрішнього тиску в шинах транспортних засобів категорії M<sub>1</sub> на параметри взаємодії з опорною поверхнею було встановлено, що дослідження сучасних типорозмірів шин досі не проводилися. Враховуючи актуальність цього питання для підвищення прохідності автомобілів загальної прохідності під час руху по пересіченій місцевості, було ініційовано відповідне експериментальне дослідження.

У межах даної роботи досліджено взаємозв'язок між внутрішнім тиском у зимових шинах Triangle Snowlink PL01 типорозміру 225/55 R18 та тиском, який створює транспортний засіб на опорну поверхню. Питання оптимізації тиску в шинах є критично важливим для забезпечення підвищеної прохідності, зниження навантаження на дорожнє покриття та покращення керованості, особливо в умовах експлуатації на м'яких або нерівних поверхнях (пісок, сніг, болото тощо).

У дослідженні також розглянуто шляхи впливу на тиск, який чинить автомобіль на опорну поверхню, та запропоновано практичні заходи, спрямовані на підвищення прохідності. Метою дослідження було визначення характеру залежності між зміною внутрішнього тиску в шинах та відповідною зміною тиску на опорну поверхню.

Натурні експериментальні дослідження проводилися згідно з розробленим алгоритмом на транспортному засобі категорії M<sub>1</sub> з підвищеними позашляховими характеристиками – Opel Grandland 1.5 BHDi. Випробування виконувалися на рівній бетонній поверхні за умов встановлення зимових шин Triangle Snowlink PL01 типорозміру 225/55 R18.

Результати експерименту показали, що зниження тиску в шинах із 2,2 до 1,5 атм призводить до зменшення тиску на опорну поверхню з 1,39 до 1,07 кг/см<sup>2</sup>. Це свідчить про потенційне покращення прохідності транспортного засобу. У дослідженні проаналізовано механізм впливу маси автомобіля та площі контакту шини з опорною поверхнею на величину контактного тиску. Встановлено наявність майже обернено пропорційної залежності між тиском у шинах і тиском на опорну поверхню.

У статті подано графічні та аналітичні залежності, що обґрунтовують доцільність зниження тиску в шинах при експлуатації транспортних засобів у складних дорожніх умовах. Отримані результати можуть бути використані при проектуванні колісних транспортних засобів, а також у практиці їх експлуатації на бездоріжжі.

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

**Як цитувати:** О. Писарцов. (2025). Залежність впливу тиску на опорну поверхню від тиску в зимовій шині triangle snowlink PL01 типорозміру 225/55 R18. *Машинобудування*. 2025 Вип 35 С. 54-64.  
DOI: <https://doi.org/10.26565/2079-1747-2025-35-06>

### Вступ

Одним із найпростіших та технічно доступних методів зниження контактного тиску без потреби у конструктивному втручанні в транспортний засіб є регулювання внутрішнього тиску в пневматичних шинах. Зменшення тиску в шині призводить до збільшення площі

плями контакту шини з опорною поверхнею, що, у свою чергу, забезпечує більш рівномірний розподіл навантаження. Це дозволяє суттєво знизити питоме навантаження на ґрунт або дорожнє покриття, зменшуючи ймовірність його



руйнування та покращуючи тягово-зчіпні властивості коліс.

Такий підхід є особливо актуальним для транспортних засобів, що експлуатуються у складних дорожніх умовах, зокрема на пухких, вологих або слабонесучих ґрунтах, де ризик втрати зчеплення та виникнення пробуксовки значно зростає. Зниження тиску в шинах дозволяє зменшити глибину колійності, знизити рівень буксування, а також покращити керованість і стійкість автомобіля при русі по бездоріжжю.

Застосування цієї методики має важливе значення не лише в контексті підвищення мобільності та прохідності легкових автомобілів загальної прохідності, а й для спеціалізованих транспортних засо-

бів: сільськогосподарської техніки, лісогосподарських машин, військової техніки, аварійно-рятувальних автомобілів тощо.

У цих випадках можливість адаптації параметрів шин до умов місцевості прямо впливає на ефективність виконання поставлених завдань.

Більше того, оптимізація тиску в шинах розглядається як елемент активного керування динамікою транспортного засобу та може бути реалізована у вигляді автоматизованих систем централізованого регулювання тиску. Такі системи вже знаходять застосування в сучасних автомобілях підвищеної прохідності, що свідчить про перспективність і технічну доцільність подальших досліджень у цьому напрямі.

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій**

У межах дослідження впливу внутрішнього тиску в шинах на величину тиску, що чиниться транспортним засобом на опорну поверхню, а також суміжних питань, вагомий внесок зробили як вітчизняні, так і зарубіжні науковці та дослідницькі установи. Проблематика взаємозв'язку між тиском у шинах, площею контакту колеса з опорною поверхнею та навантаженням, що передається на неї, набула широкого висвітлення у науковій літературі [1–16] та продовжує залишатися актуальною у контексті підвищення ефективності роботи транспортних засобів у різних дорожніх умовах.

Більшість дослідників сходяться на думці, що зниження внутрішнього тиску в пневматичних шинах сприяє збільшенню площі контактної плями, що, відповідно, призводить до зменшення питомого тиску на опорну поверхню та покращення прохідності автомобіля. Такий ефект є критично важливим під час руху по м'яких або нестійких ґрунтах, де висока концентрація навантаження може призвести до значного просідання коліс і втрати зчеплення.

У роботах [3, 7] наголошується на існуванні майже лінійної залежності між навантаженням на колесо, внутрішнім

тиском у шині та розміром плями контакту. Це дає змогу створювати математичні моделі для прогнозування змін у характеристиках взаємодії "шина–дорога" за різних режимів експлуатації. У дослідженнях [15, 16] увагу зосереджено на детальному аналізі розподілу тиску в зоні контакту шини з поверхнею. Зокрема, доведено, що такі параметри, як форма протектора, жорсткість боковин та конструктивні особливості шини, відіграють ключову роль у формуванні характеру контактної взаємодії.

Комплексний аналіз сучасних експериментальних, чисельних та аналітичних досліджень дозволяє стверджувати, що регулювання тиску в шинах є не лише ефективним засобом підвищення прохідності, але й важливим інструментом зменшення навантаження на дорожнє покриття, підвищення енергоефективності транспортного засобу, оптимізації керованості та поліпшення умов експлуатації в цілому. Однак, як зазначають автори більшості робіт, практична реалізація вказаних підходів вимагає адаптації результатів до конкретних моделей транспортних засобів, їхніх масогабаритних характеристик, конструкцій шин та реальних умов експлуатації.

## Постановка проблеми

Забезпечення належної прохідності транспортного засобу в умовах експлуатації по нестабільних або слабонесучих поверхнях (сніг, пісок, болото, ґрунт тощо) є важливим завданням сучасної транспортної інженерії. Одним із ключових чинників, що впливають на тягово-зчіпні властивості автомобіля, є контактний тиск на опорну поверхню, який, у свою чергу, залежить від внутрішнього тиску в пневматичних шинах і площі їх контакту з дорогою.

Попри наявність ряду досліджень, присвячених впливу тиску в шинах на експлуатаційні характеристики транспортних засобів, більшість із них орієнтовані на загальні закономірності або виконані на застарілих типорозмірах шин, що не враховують конструктивних і матеріальних особливостей сучасної колісної продукції. У контексті підвищення ефективності експлуатації легкових автомобілів загальної прохідності в умовах бездоріжжя чи зниженого зчеплення, недостатньо дослідженим залишається кількісний аспект взаємозв'язку між

внутрішнім тиском у шинах і величиною тиску на опорну поверхню саме для актуальних типорозмірів зимових шин.

Крім того, недостатньо висвітленим є практичний аспект: наскільки зміна тиску в шинах може реально вплинути на прохідність транспортного засобу при русі по рівних, але потенційно слизьких або м'яких поверхнях

Це потребує проведення натурних експериментальних досліджень з метою уточнення існуючих теоретичних положень і формування практичних рекомендацій для експлуатації автомобілів у складних дорожніх умовах.

Метою даного дослідження є встановлення кількісної залежності між внутрішнім тиском у пневматичних шинах і тиском, який чинить транспортний засіб на опорну поверхню, а також проведення оцінки впливу варіацій тиску в шинах на потенційну прохідність автомобіля в умовах експлуатації на рівному дорожньому покритті.

## Викладення основного матеріалу

Тиск на опорну поверхню є інтегральною характеристикою, що визначає величину нормального навантаження на одиницю площі контакту опорних елементів (колес або гусениць) із ґрунтом або дорожнім покриттям. Цей параметр розраховується як відношення маси транспортного засобу (чи його навантаженої частини) до сумарної площі контакту з опорною поверхнею. Його величина безпосередньо впливає на тягові властивості, стійкість і прохідність транспортного засобу, особливо в умовах м'яких або слабонесучих ґрунтів.

Для зниження тиску на опорну поверхню з метою підвищення прохідності можливе застосування кількох інженерних підходів:

1. Зменшення маси транспортного засобу. Зниження ваги автомобіля або трактора сприяє зменшенню питомого навантаження, що запобігає надмірному зануренню колес чи гусениць у м'який ґрунт і знижує ризик втрати зчеплення.

2. Збільшення площі контакту. Досягається шляхом застосування шин збільше-

ного діаметра та ширини або переходу до гусеничних рушіїв. Це забезпечує рівномірніший розподіл навантаження по поверхні та зменшує тиск на одиницю площі.

3. Регулювання внутрішнього тиску в шинах. Зниження тиску в пневматичних шинах веде до збільшення площі контактної плями, що покращує зчеплення з поверхнею, особливо на сипких, вологих або засніжених ділянках. Цей підхід є одним із найефективніших та найменш ресурсоемних у реалізації.

Практичні заходи для підвищення прохідності транспортного засобу включають:

- Використання шин низького тиску або гусеничних рушіїв для збільшення площі контакту;

- Оптимізацію вагових характеристик шляхом полегшення конструкції або зменшення корисного навантаження;

- Впровадження систем централізованого або автоматичного регулювання тиску в шинах, що дозволяє

адаптувати характеристики шин до змінних умов рельєфу та типу покриття.

Мінімізація тиску на опорну поверхню є одним із ключових критеріїв під час проектування позашляхових транспортних засобів, гусеничної техніки та мобільної інженерної техніки, що призначена для експлуатації на слабких несучих основах — таких як сипкі піски, заболочені ділянки або снігові покриви. У таких умовах точкове надмірне навантаження призводить до глибокого занурення опорних елементів у ґрунт, що викликає суттєве зниження коефіцієнта зчеплення і втрату тягових характеристик.

У зв'язку з цим виникає необхідність конструктивної оптимізації ходової частини, зокрема шляхом досягнення максимально можливої площі контакту при збереженні допустимих вагових параметрів. Рациональне поєднання масогабаритних характеристик, геометрії шин або гусениць і адаптивного регулювання тиску в шинах дозволяє забезпечити ефективне функціонування транспортного засобу в складних дорожньо-кліматичних умовах.

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

де  $P$  – тиск;  $F$  – вага, що діє на опорну поверхню;  $A$  – площа плями контакту, через яку передається навантаження на опорну поверхню.

Таким чином, на величину тиску на опорну поверхню визначальний вплив мають два основні чинники — маса транспортного засобу та геометричні характеристики площі контакту коліс або гусениць із поверхнею. Зі збільшенням маси тиск на опорну поверхню зростає прямо пропорційно, тоді як розширення площі контакту, навпаки, веде до зменшення питомого тиску.

З цієї закономірності випливає інженерна доцільність використання гусеничних рушіїв або пневматичних шин зі зниженим внутрішнім тиском — таких, що сприяють збільшенню площі контактної плями. Це дозволяє зменшити навантаження на опорну поверхню, тим самим знижуючи ризик просідання коліс у м'яких або слабонесучих ґрунтах, покращуючи тягові властивості та прохідність техніки.

Регулювання тиску на опорну поверхню, таким чином, може здійснюватися двома основними способами:

- зменшенням маси транспортного засобу;
- збільшенням ефективної площі контакту з поверхнею, зокрема шляхом коригування внутрішнього тиску в шинах.

Однак більшість існуючих досліджень зосереджені переважно на великогабаритній спецтехніці, сільськогосподарських машинах або транспорті військового призначення. У той час недостатньо уваги приділено впливу тиску в шинах на тиск на опорну поверхню у випадку легкових автомобілів загального призначення категорії  $M_1$ , особливо – з урахуванням сучасних типорозмірів шин.

Ця прогалина у науково-прикладному аналізі і стала підґрунтям для постановки завдання даного дослідження, основною метою якого є кількісна оцінка впливу внутрішнього тиску в шинах на тиск, який чиниться автомобілем на опорну поверхню, а також визначення потенціалу підвищення прохідності транспортного засобу категорії  $M_1$  шляхом регулювання тиску в шинах.

Дослідження проводилося на рівній бетонній поверхні, на автомобілі Opel Grandland 1,5 BHDi (рис.1).



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

Шини встановлені на даному транспортному засобі категорії  $M_1$  моделі Triangle Snowlink типорозміру 225/55 R18 мають наступні технічні характеристики:

- Бренд: Triangle
- Сезон: зимові
- Тип Т/З: легковий
- Ширина: 225
- Профіль: 55
- Діаметр: R18
- Індекс швидкості: V - до 170 км/год
- Індекс навантаження: 102 - до 850 кг
- Модель: Snowlink PL01
- Тип протектору: Спрямований
- Економія палива: C+
- Зчеплення на мокрій поверхні: D
- Рівень шуму: 72 dB
- Типорозмір: 225/55 R18

Методика проведення натурального експериментального дослідження

Дослідження виконувалося за наступним алгоритмом:

1. Підготовка контактної поверхні: Колесо автомобіля спеціально забруднювалося фарбою або іншим контрастним матеріалом для чіткого відображення відбитка протектора на контрольних аркушах.

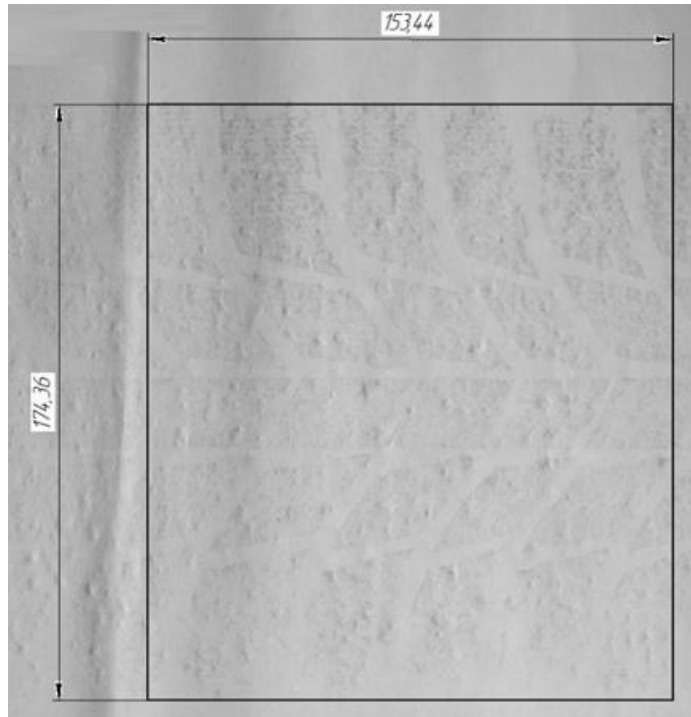
2. Підготовка аркушів: Під кожне колесо – переднє та заднє – підкладалися чисті аркуші паперу. Фіксація відбитків: Автомобіль обережно наїжджав на паперові аркуші, після чого за допомогою лінійки визначалися граничні точки контакту коліс з аркушами, а також наносилися контрольні лінії для позначення передньої та задньої межі плями контакту.

3. Зняття автомобіля: Після фіксації відбитків автомобіль з'їжджав з аркушів.

4. Зміна тиску: Колеса накачувалися до наступного заданого значення внутрішнього тиску.

5. Повторення циклу: Всі вищенаведені кроки повторювалися для кожного нового значення тиску.

У ході експерименту отримані відбитки плям контакту коліс із поверхнею були сфотографовані. За допомогою графічного редактора зображення масштабувалися відповідно до реальних розмірів відбитків. Далі на цифрові копії наносилися фактичні геометричні параметри плям контакту, що забезпечувало точне визначення площі контакту (рис. 2).



**Рис. 2** – Приклад відбитка плями контакту колеса  
**Fig. 2** – Example of a wheel contact patch print

Отримані дані площі контактних плям використовувалися для подальшого розрахунку тиску транспортного засобу на опорну поверхню при різних значеннях внутрішнього тиску в шинах.

Вимірювання площі плями контакту проводилися окремо для коліс, розташованих на передній та задній осях автомобіля. Такий підхід зумовлений тим, що центр ваги транспортного засобу зміщений відносно геометричної осі, що призводить до неоднакових навантажень на передню та задню осі. Відповідно, площі контактних плям передніх і задніх коліс мають відмінності, що необхідно враховувати для точного визначення сумарної площі контакту.

Після отримання індивідуальних площ контактних плям кожного колеса проводився їх аналіз: площі контактів передніх та задніх коліс підсумовувалися між собою. Для визначення загальної площі контакту шин з опорною поверхнею усіх коліс транспортного засобу отриману сумарну площу множили на два, оскільки виміри проводилися на одній стороні автомобіля, і симетрія колісної бази дозволяє екстраполювати результати на протилежну сторону.

Цей метод забезпечує більш точне та надійне визначення ефективної площі

контакту, яка є ключовим параметром для подальших розрахунків тиску, що чиниться транспортним засобом на опорну поверхню.

Визначення площі плями контакту є важливою частиною дослідження, оскільки саме ця величина напряму впливає на тиск на ґрунт і, відповідно, на прохідність автомобіля.

Заключним етапом дослідження стало розрахункове визначення питомого тиску транспортного засобу на опорну поверхню при різних значеннях внутрішнього тиску в шинах. Розрахунок здійснювався за формулою, яка враховує загальну масу автомобіля з урахуванням прискорення вільного падіння та сумарну площу контактної плями. Такий підхід дозволяє кількісно оцінити, як зміна внутрішнього тиску в шинах впливає на розподіл навантаження на опорну поверхню і, як наслідок, на прохідність автомобіля.

Усі отримані експериментальні дані були систематизовані, занесені до таблиць і підготовлені для подальшого графічного та аналітичного аналізу. Це дозволяє не лише візуалізувати залежності, а й зробити обґрунтовані висновки щодо оптимальних значень тиску в шинах для підвищення ефективності руху в різних дорожніх умовах.

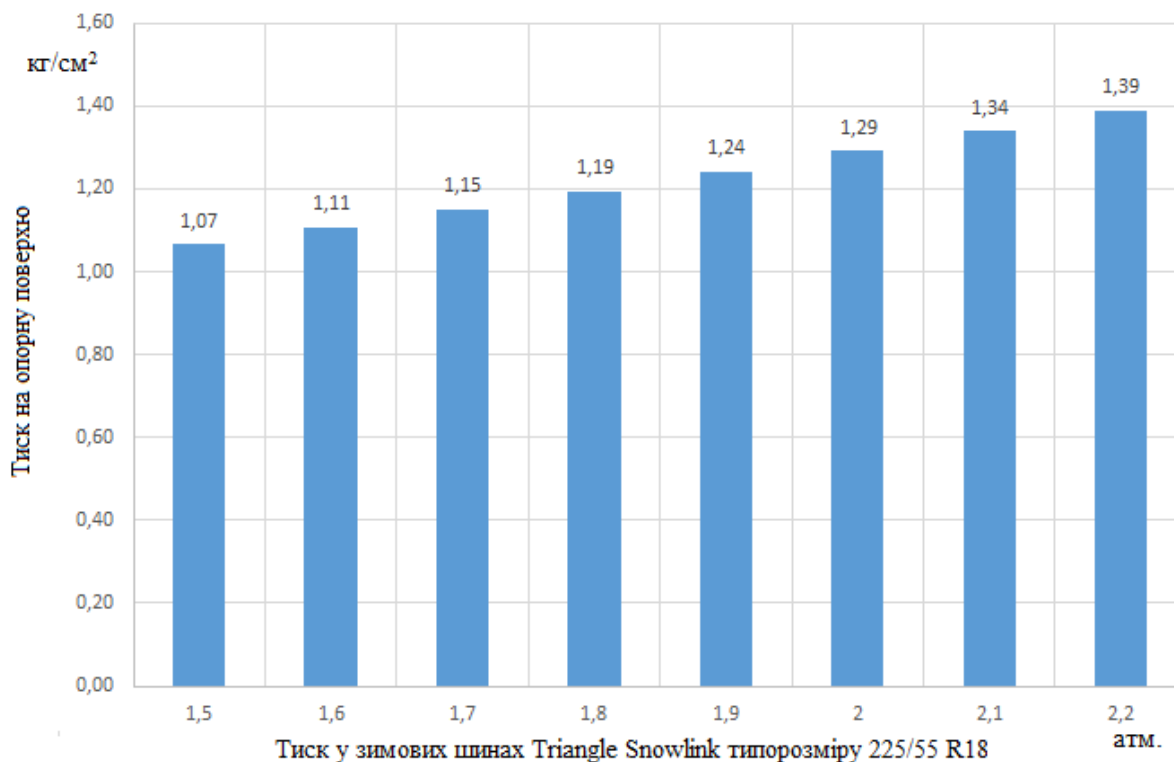
Таблиця 1.

Результати випробувань та розрахунків

Table 1.

Test and calculation results

Тиск шині у	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2
Площа контакту переднього колеса	408,46	391,89	374,49	358,2	340,91	323,61	306,82	292,0
Площа контакту заднього колеса	320,4	309,98	300,37	291,68	283,84	277,57	272,78	267,54
Площа контакту чотирьох колес автомобіля	1457,73	1403,73	1349,72	1299,75	1249,51	1202,35	1159,19	1119,08
Тиск на опорну поверхню автомобіля	1,07	1,11	1,15	1,19	1,24	1,29	1,34	1,39

Рис. 3 – Тиск транспортного засобу категорії M<sub>1</sub> на опорну поверхню при різному тиску у шинах Triangle Snowlink типорозміру 225/55 R18Fig. 3 – Pressure of a vehicle of category M<sub>1</sub> on the supporting surface at different pressures in Triangle Snowlink tires of size 225/55 R18

У результаті проведеного дослідження було побудовано графік залежності між внутрішнім тиском у літніх шинах та питомим тиском, який чинить транспортний засіб категорії  $M_1$  на опорну поверхню.

Отримана залежність дозволяє наочно продемонструвати вплив зміни тиску в шинах на величину контактного

навантаження. Згідно з результатами, спостерігається виражена тенденція до зниження тиску на опорну поверхню зі зменшенням внутрішнього тиску в шинах.

Це підтверджує ефективність регулювання тиску в шинах як практичного засобу підвищення прохідності транспортного засобу, зокрема при русі по м'яких або нестабільних типах покриття.

### Висновки

Згідно з діаграмою, представленою на рисунку, встановлено чітко виражену залежність між внутрішнім тиском у шинах та тиском, який чинить транспортний засіб на опорну поверхню. Зменшення тиску в шинах з 2,2 атмосфери (що відповідає рекомендованому значенню для автомобіля категорії  $M_1$  – Opel Grandland 1.5 BHDi) до 1,6 атмосфери зумовлює зниження питомого тиску на опорну поверхню з 1,39 кг/см<sup>2</sup> до 1,07 кг/см<sup>2</sup>. Така тенденція демонструє підвищення адаптивних властивостей транспортного засобу до умов експлуатації на м'яких, малонесучих або нерівних типах ґрунтів, що, у свою чергу, сприяє покращенню його прохідності.

Аналіз отриманих результатів дозволяє стверджувати про наявність майже обернено пропорційної залежності між внутрішнім тиском у шинах і тиском на опорну поверхню. Така закономірність

обґрунтовує доцільність впровадження систем автоматичного регулювання тиску в шинах для транспортних засобів, що працюють в умовах змінного рельєфу чи нестійкого дорожнього покриття.

Перспективами подальших досліджень є подальший розвиток цієї тематики доцільно спрямувати на комплексне вивчення впливу додаткових чинників, зокрема типу та конструкції шин, їх геометричних параметрів (ширини, діаметра, профілю), властивостей дорожнього покриття, температурних умов експлуатації, а також динамічних режимів руху на формування контактної плями та рівень тиску на опорну поверхню. Особливу увагу доцільно приділити моделюванню змін контактних характеристик у реальному часі з використанням сучасних чисельних методів та засобів комп'ютерного моделювання.

### 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* : monograf. Washington, 1971. 853 p. URL: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/Legacy/MONO/nbsmonograph122.pdf>
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, 16, 6323. DOI: <https://doi.org/10.3390/ma16186323>
4. Arriaga F., Luck B., Siemering G. Managing Soil Compaction at Planting and Harvest (A4158). URL : <https://learningstore.extension.wisc.edu/products/managing-soil-compaction-at-planting-and-harvest-p1883> (date of application: 23 June 2025)
5. Clemson/Michelin study impact of tyre pressure on soil compaction in South Carolina. *Direct driller magazine, The Future of Your Soils*. 2024. Iss. 25. URL : <https://directdriller.com/clemson-michelin-study-impact-of-tyre-pressure-on-soil-compaction-in-south-carolina/> (date of application: 23 June 2025)



6. Parker Williams, Brian Luck, Francisco Arriaga, Dennis Hancock, Jessica Drewry. How much ground pressure am I applying with my different tire and vehicle configurations? 2020. URL : <https://cdn.shopify.com/s/files/1/0145/8808/4272/files/A4181.pdf> (date of application: 23 June 2025)
7. Douglas R., Woodward D., Woodside A. OBE Road contact stresses and forces under tires with low inflation pressure. *Canadian Journal of Civil Engineering*. February 2011. URL : [https://www.researchgate.net/publication/237188591\\_Road\\_contact\\_stresses\\_and\\_forces\\_under\\_tires\\_with\\_low\\_inflation\\_pressure](https://www.researchgate.net/publication/237188591_Road_contact_stresses_and_forces_under_tires_with_low_inflation_pressure) (date of application: 23 June 2025)
8. Duiker S. Avoiding Soil Compaction. Penn State Extension. 2004. URL : <https://extension.psu.edu/avoiding-soilcompaction> (date of application: 23 June 2025)
9. Vermeulen G. D., Perdok U. D. Chapter 19 - Benefits of Low Ground Pressure Tyre Equipment. *Developments in Agricultural Engineering*. 1994. Vol. 11. Pp. 447-478. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-88286-8.50027-1>
10. Prediction of aspects of soil-wheel systems / A.J. Koolen, P. Lerink, D.A.G. Kurstjens, J.J.H. van den Akker. *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)
11. Measurement of Contact Patch Pressure Behaviors in High-Speed Dynamic Conditions / Marco Furlan, Matthew Strang, Mateo Gladstone, Henning Olsson. *Tire Science and Technology*. 2025, 1 January. no 53 (1). Pp. 2–13. doi: <https://doi.org/10.2346/789802>
12. 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> (date of application: 23 June 2025)
13. 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*, February 2019. URL : [https://www.researchgate.net/publication/237260941\\_Effects\\_of\\_tire\\_contact\\_pressure\\_distribution\\_on\\_the\\_deformation\\_rates\\_of\\_pavements](https://www.researchgate.net/publication/237260941_Effects_of_tire_contact_pressure_distribution_on_the_deformation_rates_of_pavements) (date of application: 23 June 2025)
14. Van N. V., Matsuo T., Kuomoto T., Inaba, Shigeki. Effects of tire inflation pressure on soil contact pressure and rolling resistance of farm tractors. *Bull Fac Agr Saga Univ January*. 2008. URL : [https://www.researchgate.net/publication/292697477\\_Effects\\_of\\_tire\\_inflation\\_pressure\\_on\\_soil\\_contact\\_pressure\\_and\\_rolling\\_resistance\\_of\\_farm\\_tractors](https://www.researchgate.net/publication/292697477_Effects_of_tire_inflation_pressure_on_soil_contact_pressure_and_rolling_resistance_of_farm_tractors) (date of application: 23 June 2025)
15. Effect of Tire Inflation Pressure on Rolling Resistance, Contact Patch Area and Braking Distance / Ishan P. Mehta, Sudhendunath N. Pande, Mayank B. Patel, Gurpitsingh T. Virdi. *International Journal of Science Technology & Engineering*. 2017. Vol. 3, Iss. 10. URL : [https://www.academia.edu/35691809/Effect\\_of\\_Tire\\_Inflation\\_Pressure\\_on\\_Rolling\\_Resistance\\_Contact\\_Patch\\_Area\\_and\\_Braking\\_Distance](https://www.academia.edu/35691809/Effect_of_Tire_Inflation_Pressure_on_Rolling_Resistance_Contact_Patch_Area_and_Braking_Distance) (date of application: 23 June 2025)
16. 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.
17. Писарцов О. С. Дослідження тиску на опорну поверхню транспортного засобу категорії М<sub>1</sub> на прикладі «Опель Grandland 1,5 ВНДІ». *Сучасне автомобілебудування, автотехнічна експертиза, експлуатація автомобільного транспорту та підготовка фахівців галузі транспорт : міжнар. наук. - практ. конф. до Дня автомобіліста та дорожника (22-23 жовтня 2024 р.)*. Харків : ХНАДУ, 2024.

Стаття надійшла для редакції 21.05.2025

Стаття рекомендована до друку 23.06.2025

<sup>1</sup>PYSARTSOV O, PhD

Senior Lecturer Department of Automobiles named after A. B. Gredeskul,  
e-mail: [alex.pisartsov@gmail.com](mailto:alex.pisartsov@gmail.com) ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4661-5441>  
<sup>1</sup>*Kharkiv National Automobile and Highway University*  
Yaroslava Mudrogo str. 25,61002, Kharkiv, Ukraine

## DEPENDENCE OF GROUND PRESSURE ON INTERNAL PRESSURE IN WINTER TIRES TRIANGLE SNOWLINK SIZE 225/55 R18

In the course of studying the influence of internal tire pressure in M1 category vehicles on their interaction with the supporting surface, it was established that no in-depth research has yet been conducted for modern tire sizes. Considering the relevance of this issue for improving the off-road performance of general-purpose vehicles when driving on rough terrain, a corresponding experimental study was initiated.

This study investigates the relationship between the internal pressure of Triangle Snowlink winter tires in size 225/55 R18 and the pressure exerted on the supporting surface by the vehicle. Optimizing tire pressure is crucial for increasing vehicle mobility, reducing the load on the road infrastructure, and improving handling, especially when driving on soft or uneven surfaces (such as sand, snow, or mud).

The research also considers methods for influencing the pressure exerted by the vehicle on the supporting surface and proposes practical measures aimed at improving off-road performance. The main goal of the study was to determine the nature of the dependence between changes in internal tire pressure and the corresponding changes on the supporting surface pressure.

The field experiments were conducted according to a defined methodology using an M1 category vehicle with improved off-road capabilities — the Opel Grandland 1.5 BHDi. The tests were performed on a flat concrete surface using winter tires Triangle Snowlink size 225/55 R18.

The experimental results demonstrated that reducing tire pressure from 2.2 atm to 1.5 atm leads to a decrease in ground pressure from 1.39 to 1.07 kg/cm<sup>2</sup>. This indicates a potential improvement in the vehicle's off-road capability. The study analyzed the mechanism by which vehicle mass and tire contact area influence on the supporting surface. An almost inverse proportional relationship was observed between internal tire pressure and the supporting surface.

The paper presents graphical and analytical dependencies that justify the feasibility of reducing tire pressure when operating vehicles under difficult road conditions. The findings may be useful in the design of wheeled vehicles and in their practical use in off-road environments.

**KEYWORDS:** supporting surface pressure, tire pressure, contact patch area, off-road mobility, tires.

**In cites:** Pysartsov O. (2025). Dependence of ground pressure on internal pressure in winter tires Triangle Snowlink size 225/55 R18. *Engineering*, (35), 54-64. <https://doi.org/10.26565/2079-1747-2025-35-06> (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*, Washington.
2. Smith, DLO, Dickson, JW 1990, 'Contributions of vehicle weight and ground pressure to soil compaction', *Journal of Agricultural Engineering Research*, 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. 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, DOI: <https://doi.org/10.3390/ma16186323>
4. Arriaga, F, Luck, B & Siemering G 2018, *Managing Soil Compaction at Planting and Harvest* (A4158). Madison, WI: UW-Madison Division of Extension viewed June 23, 2025 < <https://learningstore.extension.wisc.edu/products/managing-soil-compaction-at-planting-and-harvest-p1883>>
5. 2024, 'Clemson/Michelin study impact of tyre pressure on soil compaction in South Carolina', *Direct driller magazine, The Future of Your Soils*, Iss. 25, viewed June 23, 2025 < <https://directdriller.com/clemson-michelin-study-impact-of-tyre-pressure-on-soil-compaction-in-south-carolina/>>
6. Parker Williams, Brian Luck, Francisco Arriaga, Dennis Hancock & Jessica Drewry 2020, 'How much ground pressure am I applying with my different tire and vehicle configurations?', viewed June 23, 2025 <<https://cdn.shopify.com/s/files/1/0145/8808/4272/files/A4181.pdf>>

7. Robert Douglas, David Woodward, Alan Woodside OBE 2011, 'Road contact stresses and forces under tires with low inflation pressure', *Canadian Journal of Civil Engineering*, viewed June 23, 2025 <[https://www.researchgate.net/publication/237188591\\_Road\\_contact\\_stresses\\_and\\_forces\\_under\\_tires\\_with\\_low\\_inflation\\_pressure](https://www.researchgate.net/publication/237188591_Road_contact_stresses_and_forces_under_tires_with_low_inflation_pressure)>
8. Duiker, S 2004, 'Avoiding Soil Compaction. Penn State Extension', viewed June 23, 2025 <<https://extension.psu.edu/avoiding-soilcompaction>>
9. Vermeulen, GD & Perdok, UD 1994, 'Chapter 19 - Benefits of Low Ground Pressure Tyre Equipment', *Developments in Agricultural Engineering*, Vol. 11, Pp. 447-478, DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-88286-8.50027-1>
10. Koolen, AJ, Lerink, P, Kurstjens, DAG, van den Akker, JH 1992, 'Prediction of aspects of soil-wheel systems', *Soil and Tillage Research*, 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)
11. Marco Furlan, Matthew Strang, Mateo Gladstone, Henning Olsson 2025, 'Measurement of Contact Patch Pressure Behaviors in High-Speed Dynamic Conditions', *Tire Science and Technology*, no 53 (1), Pp. 2–13. doi: <https://doi.org/10.2346/789802>
12. Mehari Z. Tekeste, Thomas R. Way, Wayne Birkenholz 2023, 'Sally Brodbeck', *Journal of the ASABE*, no 66(1), Pp. 75-84.
13. 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*, viewed June 23, 2025 <[https://www.researchgate.net/publication/237260941\\_Effects\\_of\\_tire\\_contact\\_pressure\\_distribution\\_on\\_the\\_deformation\\_rates\\_of\\_pavements](https://www.researchgate.net/publication/237260941_Effects_of_tire_contact_pressure_distribution_on_the_deformation_rates_of_pavements)>
14. Van, NV, Matsuo, T, Kuomoto, T, Inaba, Sh 2008,, 'Effects of tire inflation pressure on soil contact pressure and rolling resistance of farm tractors', *Bull Fac Agr Saga Univ*, viewed June 23, 2025 <[https://www.researchgate.net/publication/292697477\\_Effects\\_of\\_tire\\_inflation\\_pressure\\_on\\_soil\\_contact\\_pressure\\_and\\_rolling\\_resistance\\_of\\_farm\\_tractors](https://www.researchgate.net/publication/292697477_Effects_of_tire_inflation_pressure_on_soil_contact_pressure_and_rolling_resistance_of_farm_tractors)>
15. Ishan P. Mehta, Sudhendunath N. Pande, Mayank B. Patel, Gurpritsingh T 2017, 'Virdi Effect of Tire Inflation Pressure on Rolling Resistance, Contact Patch Area and Braking Distanc', *International Journal of Science Technology & Engineering*, Vol. 3, Iss. 10.
16. Marzieh Salehi, Jacques WM, Noordermeer (Contributor), Louis AEM, Reuvekamp, Anke Blume 2020, 'What happens in the tire contact area?', *Tire Technology Expo 2020*, Hanover, Germany.
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.* (in Ukraine)

The article was received by the editors 05/21/2025

The article is recommended for printing 06/23/2025