

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І**  
**ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**  
**ФАКУЛЬТЕТ КОНСТРУЮВАННЯ ТА ДИЗАЙНУ**



**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ**  
*міжнародної науково-практичної онлайн конференції*  
*«Сучасні проблеми та перспективи розвитку*  
*машинобудування України»,*  
*присвяченої 20-й річниці з дня створення*  
*факультету конструювання та дизайну*  
*Національного університету біоресурсів і*  
*природокористування України*

**23-24 вересня 2021 року**

**м. Київ**

УДК 631.37

## **РОЗПОДІЛ НОРМАЛЬНОГО ТИСКУ В КОНТАКТІ ШИНИ ТРАКТОРА КЛАСУ 1,4 кН ЗІ СНІГОВОЮ ОСНОВОЮ**

*Шуляк М.Л., д.т.н., проф.*

*Колеснік Ю.І., аспір.*

*Петров Р.М., аспір.*

*Державний біотехнологічний університет, м. Харків*

*Козлов Ю.Ю., інженер I категорії*

*Харківська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, м. Харків*

*E-mail: [julianakolesnik26@gmail.com](mailto:julianakolesnik26@gmail.com)*

Утворення колії на сніжному фоні являє собою складний процес деформації снігу і шини. Величина деформації снігу залежить від питомої тиску рушія. У свою чергу величина питомих тисків в значній мірі впливає на прохідність колісної машини. Тому представляє певний інтерес характер і величина розподілу питомих тисків по опорній поверхні.

Згідно з відомими літературними джерелами, існуючі теорії розподілу питомих тисків в контакті відносяться до взаємодії колеса і гусениці з ґрунтом, а також гусеничних стрічок зі снігом, що не відображає повної картини фізичної сутності взаємодії класного рушія зі снігом.

У розробці цих теорій є ряд припущень, які обмежують область застосування отриманих теоретичних залежностей в конкретних умовах, що не дозволяє простежити вплив конструктивних параметрів рушія трактора на величину і характер розподілу тисків в місці контакту рушія (колеса) зі сніговою основою. Взаємодія пневматичної шини з деформованою сніжною основою мало вивчено і потребує подальшого дослідження.

Як об'єкт дослідження було взято трактор МТЗ-82 з серійними і арочними шинами. Для виміру питомого тиску були виготовлені і встановлені в ґрунтозачепах датчики тиску по ширині шини. На шинах 8-20 і 1000-400 мм встановлено відповідно 2 і 3 датчика, а на шинах 12-38 і 1500-600 мм по 5 датчиків. Самі датчики встановлені в спеціальні поглиблення, виконані в ґрунтозачепах.

Дроти, що йдуть від датчиків, кріпилися на зовнішній поверхні колеса і приєднувалися до спеціально виготовленому струмомірачу, далі через сполучну коробку за допомогою багатожильного кабелю з'єднувалися з тензопідсилювальною апаратурою, яка розміщена в пересувній тензометричній лабораторії. Перед установкою в ґрунтозачепах датчики були протаровані на спеціальному стенді, визначений масштаб і похибка вимірювання датчика, яка склала 2.0-3.5%.

Крім того, вимірювалися зусилля на гаку, пройдений шлях, час досліду і положення колеса. Положення колеса фіксувалося в той момент, коли один з датчиків перебував у вертикальній осі симетрії. Кут контакту шин із сніговою основою визначався за рівнянням:

$$\gamma = \frac{l'}{L'} 360^\circ \quad (1)$$

де  $l'$  - довжина осцилограми, відповідна показанням датчика від початку до кінця його зіткнення зі снігом, мм;  $L'$  - довжина осцилограми, що відповідає одному обороту колеса, мм (швидкість руху трактора під час дослідів вважається рівномірною).

Абсолютна величина середнього нормального тиску, виробленого шиною на сніг в місці розташування датчика, визначалася за формулою

$$P_{ya} = \frac{K_{cp}^{cm} \cdot x}{S} \quad (2)$$

де  $P_{ya}$  - абсолютна величина нормальної складової тиску за досвід, кгс/см<sup>2</sup>;  $K_{cp}^{cm}$  - масштабний коефіцієнт, кгс/мм;  $x$  - ордината на епюрі, мм;  $S$  - площа поршня датчика, см<sup>2</sup>.

Ступінь достовірності отриманих результатів оцінювався величиною імовірної відносної похибки, яка при багаторазовому числі вимірювань визначалася через середню квадратичну похибку з урахуванням похибки тарування. За найбільш ймовірне значення, величини яка визначалася, приймалося середнє арифметичне з усіх окремих вимірювань.

Ймовірна відносна похибка при визначенні питомих тисків в наших дослідах становила в середньому 10-12%. Умови, при яких проводилися

випробування, такі: висота снігового покриву 35-40 см, середня щільність снігу - 320-380 кг/м<sup>3</sup>, температура повітря -0,7°С. Жорсткість покришки, а також стан самого снігового фону (товщина і щільність снігу), температура повітря і снігу роблять основний вплив на величину і характер розподілу питомого тиску при невеликому внутрішньому тиску.

При більш високому  $P_{\text{вн}}$  в шині на величину і характер питомих тисків в контактї шини і снігу велику роль відіграють висота снігового покриву і щільність. Так, при висоті снігового покриву 35 см і щільності снігу 300-320 кг/м<sup>3</sup> максимальні питомі тиску для шини 12-38 при внутрішньому тиску повітря 1,4 кгс/см<sup>2</sup> складо 2,2 кгс/см<sup>2</sup>, а при щільності снігу 450-475 кг/м<sup>3</sup> 3,0 кгс/см<sup>2</sup>, тобто максимальні питомі тиску зросли в 1,36 рази. Як показують експериментальні дослідження, на величину питомих тисків впливає навантаження на гаку. З теорії трактора відомо, що при додатку навантаження на гаку відбувається перерозподіл навантаження між осями. Довантаження на задню провідну вісь трактора математично можна представити у вигляді відомого рівняння:

$$\Delta Z = \frac{h_{\text{кр}}}{L} P_{\text{кр}} \quad (3)$$

$\Delta Z$  - довантаження задньої провідної осі, кгс;  $h_{\text{кр}}$  - висота точки причепа;  $L$  - база трактора, см;  $P_{\text{кр}}$  - посилення на гаку, кгс. З цього випливає, що при збільшенні навантаження на гаку величина нормального тиску в контактї колеса зі снігової основою повинна збільшуватися. Як показують результати експериментальних досліджень, при збільшенні навантаження на гаку від 200 кгс до 920 кгс на сніжній цілині з глибиною снігу 30-35 см, щільність 320-340 кг/см<sup>3</sup>  $T_{\text{в}} = 0^{\circ}\text{C}$ ,  $T_{\text{сн}} = -0,5^{\circ}\text{C}$  спостерігається падіння питомих тисків при підвищенні навантаження до 400-500 кгс, далі виконується умова рівняння 3, тобто питомі тиску в контактї збільшуються. Таке явище, на наш погляд, можна пояснити тим, що при збільшенні навантаження на гаку збільшується буксування задніх ведучих коліс, що супроводжується збільшенням глибини колії і площі контакту шини зі снігом. Причому, збільшення площі контакту йде швидше, ніж довантаження коліс при збільшенні  $P_{\text{кр}}$ . Проведені дослідження показують, що на сніговій цілині при навантаженні на гаку вище якийсь  $P_{\text{пřed}}$  спостерігається збільшення питомого тиску. Це відбувається, мабуть із-за того, то збільшуються руйнівні деформації, зростає інтенсивність видавлювання і викидання снігу з колії колесами, а ґрунтозачепа починають стосуватися мерзлого ґрунту.

### Список використаних джерел:

1. Лебедев А. Т. Опір перекочування колеса, що працює з буксуванням / А. Т. Лебедев, Є. І. Калінін, М. Л. Шуляк // Збірник наукових статей Луцько-го НТУ. Сер.: Сільськогосподарські машини. – 2015. – Вип. 32. – С. 109–115.
2. Ovsyannikov, S., Kalinin, E., Kolesnik, I. Oscillation process of multi-support machines when driving over irregularities. Energy Management of Municipal Transportation Facilities and Transport, 2018, 307-317, doi: 10.1007/978-3-030-19756-8\_28.
3. Лебедев А. Т. Оцінка можливості підвищення тягово-енергетичних властивостей машинно-тракторного агрегату при виконанні орних робіт на агрофоні підвищеної вологості шляхом встановлення здвоєних шин / А. Т. Лебедев, Є. І. Калінін // Вісник Харків. нац. техн. ун-ту сіл. госп-ва імені Петра Василенка. Серія: Тракторна енергетика в рослинництві. – 2009. – Вип. 89. – С. 37–45.
4. Лебедев А.Т. Динамічна модель ґрунтообробних машинно-тракторних агрегатів з пасивними робочими органами у складі енергетичного засобу зі здвоєними шинами / Лебедев А.Т., Калінін Є.І. // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС. – 2010. – Вип. 2(83). – С. 109 – 115.