

ТЕОРЕТИЧНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ ТРАКТОРНОГО КОЛІСНОГО РУШІЯ З ГРУНТОВОЮ ПОВЕРХНЕЮ ЛІСОВОЗНОЇ ДОРОГИ

Дане дослідження присвячене вивченню впливу кількості проїздів на динаміку зміни стану ґрунтової поверхні під дією колісного рушія, приведено алгоритм розрахунку допускної кратності проїздів, розроблено методику теоретичних досліджень визначення параметрів ґрунту.

Ключові слова: кількість проїздів, щільність ґрунту, глибина колії, колісні лісотransпортні машини.

Assist. M.M. Bojko – USUFWT

Theoretical and experimental researches of interplay of the wheeled tractor and the Ground surface

The research shows study of influencing of passages quantity on the dynamic of change of ground surface under action of the wheeled tractor. There is resulted an calculation algorithm of possible quantity of passages and is developed a method of theoretical researches of determination of ground parameters.

Keywords: passages quantity, soil compression, depth of track, timber transport machinery.

Рух лісотransпортних засобів на тимчасових лісових дорогах супроводжується накопиченням деформацій, внаслідок чого зростає глибина колії. Зі збільшенням кількості проїздів транспортної машини по дорозі відбувається, залежно від максимального навантаження від рушія на опорну поверхню, типу і стану ґрунту, або гасіння темпів поглиблення, якщо в опорному масиві ґрунту переважають деформації ущільнення, або навпаки, прогресивне поглиблення колії, якщо переважають деформації зсуву. Поглиблення колії може призвести до вивішування машини на поверхні опорного масиву, пнях чи валунах і повної втрати рухомості. Тоді оператор машини змушений прокладати паралельні волокни, внаслідок чого машина діє на більшу площу лісосіки, що не бажано з огляду на збереження підросту.

Проф. В. Котіковим [2] встановлено, що після вирубування лісу відбуваються три основні види ущільнення: фізичне, вторинне й екологічне. Фізичне ущільнення одномоментне і здійснюється лише в період роботи машини. Воно, звичайно, поширюється в глибину до 40...50 см і на боки від колії до 20...40 см. Вторинне ущільнення є тривалішим. Орієнтовно воно продовжується в середньому вздовж всього профілю ґрунту понад 14 років, після чого відбувається його розущільнення. Основною причиною вторинного ущільнення є зміна гідрологічного режиму, обумовленого підвищенням кількості опадів, що досягають поверхні ґрунту (на 30...40 %) і значною концентрацією вологи в колії. Екологічне ущільнення переважно є пов'язане з вирубаням деревинного покриву і не залежить від технології лісозаготівлі. Отже для оцінки роботи колісних лісотransпортних машин необхідно розглядати фізичне ущільнення.

Щільність – це властивість ґрунту створювати опір його розчленуванню (взаємному ковзанню та відриву частинок). За підвищеної вологості тертя і зчеплення частинок ґрунту істотно зменшується. Показником щільності є

величина об'ємної ваги мінеральної частини або скелету ґрунту. Щільність ґрунту – це властивість протилежна до пористості. За рахунок пор, зайнятих водою і повітрям, щільність ґрунту завжди менша від питомої ваги мінеральних частинок і звичайно знаходиться в межах від 1,4 до 2 г/см³, тоді як питома вага основних ґрунтів коливається від 2,4 до 2,8 г/см³.

З іншого боку, ступінь ущільнення ґрунту залежить від кількості проїздів машини по своєму слідові, тискові рушія на ґрунт тощо. Тому для оцінки екологічної чистоти промислових технологій часом застосовується поняття "біологічної прохідності", за якої ще не виникають порушення, що понижують біологічну активність ґрунту. Так щільність ґрунту для відновлення ялини самосівом не повинна перевищувати 1,7 г/см³, порозність має бути щонайменше 40 %, повітромісткість щонайменше 5 % тощо.

В рамках цих припущень накопичення деформацій ущільнення ґрунту під час багаторазових проїздів машини лісовозними дорогами та волоками описується виразом

$$\sum h = \frac{pn}{k + p/h_{\max}}, \quad (1)$$

де n – кількість проїздів.

Максимальну деформацію ущільнення можна визначити методом еквівалентного шару ґрунту, запропонованого М. Цитовичом, за формулою

$$h_{\max} = H_0 \left(1 - \frac{\rho_0}{(1-W)\rho_m} \right), \quad (2)$$

де: H_0 – товщина еквівалентного шару ґрунту, м; ρ_0 – початкова щільність, г/см³; ρ_m – щільність ґрунту в стані найбільш щільного упакування частинок, г/см³; W – вологість ґрунту.

Щільність ґрунту після n проїздів машини

$$\rho = \rho_0 \frac{1 - k_w \sum h / h_{\max}}{1 - \sum h / H_0}, \quad (3)$$

де $k_w = (W - 0,11 \sqrt{W}) / (1 + W)$.

У випадку забезпечення прохідності за кліренсом кратність проїздів машини регламентується щільністю ґрунту

$$\rho \leq \rho_{\text{нор}} - \rho_e, \quad (4)$$

де: $\rho_{\text{нор}}$ – порогове значення щільності для проростання насіння даної породи, г/см³; ρ_e – екологічна зміна щільності в колії машини після вирубування деревинного покриву, г/см³.

Таким чином, основними факторами, що визначають дію рушія на ґрунт, є щільність ґрунту в слідах, яка залежить від кратності дії (кількості проїздів рушія одним слідом), і ущільненої площі лісосіки.

Деформація ґрунту під рушієм залежить також від швидкості руху машини. Під час руху на порівняно рівних поверхнях пришвидшення руху машини обумовлює зменшення тривалості контакту її рушіїв з ґрунтом, що в свою чергу, зменшує

- параметри рушія (довжина l та ширина b відбитку шини, питомий тиск на ґрунт p , максимальна глибина колії h);
- параметри ґрунту (щільність непорушеного шару ґрунту ρ_0 , модуль деформації ґрунту E_0 , коефіцієнт Пуассона μ_0 , масова вологість W);
- параметри деревостану (запас заготовлюваної деревини V);
- параметри вантажу (середній об'єм пакету деревини $V_{сер}$);
- параметри волоку (ширина B та довжина L).

Спочатку необхідно задатися мінімальною кількістю проїздів n для колісного лісотransпортного агрегату. В подальшому знаходимо максимальну деформацію ущільнення ґрунту h_{max} та сумарну деформацію ущільнення ґрунту Σh за формулами (1)-(3).

У випадку невиконання умови $\Sigma h < h$ визначається площа волоку, яка порівнюється з пороговою (допускнуою). Якщо розрахована щільність ґрунту ρ є більшою від порогової щільності $\rho_{пор}$, то взята кількість проїздів на початку розрахунку є максимально допускнуою і подальше трелювання чи транспортування деревини на волоках лісосіки стає небажаним. В разі невиконання цієї умови розрахунок повторюється.

На сьогоднішній день в нашій країні на трелюванні деревини широко використовують повнопривідні двовісні колісні трелювальні тягачі. Тому для дослідження впливу колісного рушія було взято колісний трелювальний трактор ЛТ-157.

Для виконання аналітичних досліджень було розроблено на ПЕОМ програму в середовищі "EXSEL", яка дає змогу виконати теоретичні розрахунки з визначення основних параметрів ґрунту (рис. 1) та їх залежностей від кількості проїздів машини. Для підтвердження виконаних розрахунків необхідно було провести експериментальні дослідження з метою виявлення достовірності запропонованої методики та усунення недоліків.

Експериментальні дослідження проводились з вище названим колісним трелювальним трактором ЛТ-157 (ненавантажений стан) в Орівському лісництві Сколівського району Львівської області на лісовій дорозі з непорушеним природним покриттям, що показано на рис. 2, 3.



Рис. 2. Відбір проб ґрунту в колії після n -го проходу трелювальної машини ЛТ-157 (Орівське лісництво Сколівського ДЛГ)



Рис. 3. Утворення колії після 50 проїздів трельовальною машиною ЛТ-157

Попередньо було виконано заміри основних експлуатаційних даних, а саме: $\rho_0 = 1,12 \text{ г/см}^3$, $W = 10 \%$, тип ґрунту – важкий суглинок, а також ряд конструктивних параметрів, що характеризують ходову частину колісної машини. Щільність ґрунту визначалась згідно з відібраними пробами (по 4 в кожній колії при певній кількості проїздів) за допомогою приладів пересувної ґрунтової лабораторії марки ПЛ-9, а глибина колії – спеціальною металевою лінійкою та штангенциркулем.

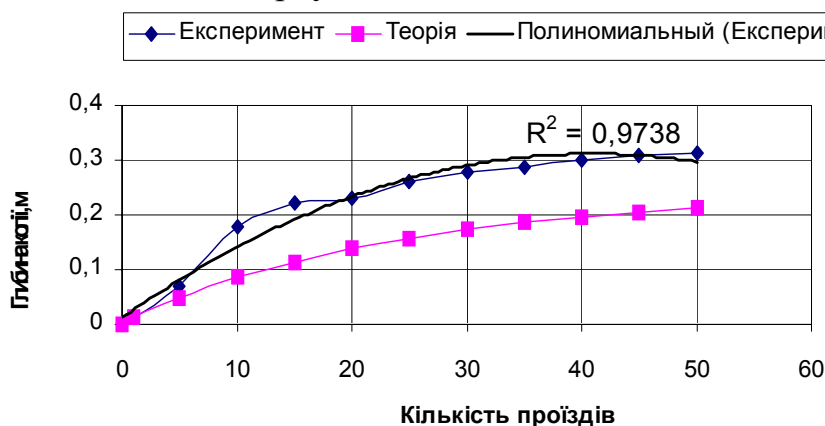


Рис. 4. Графіки залежності глибини колії від кількості проїздів по одному слідові

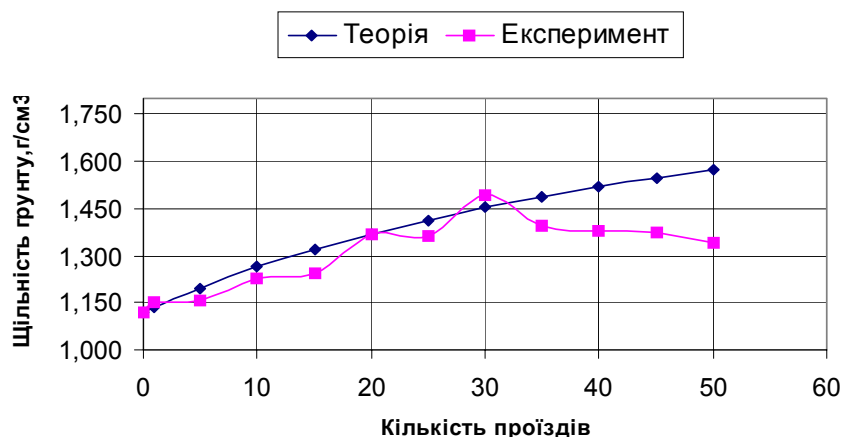


Рис. 5. Графіки залежності щільності ґрунту від кількості проїздів по одному слідові

В результаті отриманих теоретичних та експериментальних даних було побудовано графіки, що зображено на рис. 4,5. Аналіз побудованих графіків та їх порівняння показали досить високу достовірність запропонованої методики визначення щільності ґрунту та невелику розбіжність в отриманих значеннях глибини колії, що потребує більш точнішого аналітичного дослідження та визначення довжини та ширини плями контакту збоку шини.

Виконані експериментальні заміри та отримані результати розрахунків глибини колії і щільності ґрунту та їх залежність від кількості проїздів дадуть змогу, в першу чергу, вибирати раціональні системи машин та технології їх використання, визначати ступінь їх застосування в експлуатації з метою найменшого нанесення екологічної шкоди та пришвидшеного лісовідновлення.

Література

1. Бойко М., Мушак О., Щербій В. Вплив лісотransпортних машин на лісові ґрунти// Наук. вісник УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 1999, вип. 9.7. – С. 192-195.
2. Котиков В. Воздействие лесозаготовительных машин на лесные ґрунты. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. – М.: 1995. – 37 с.
3. Добровольский В. Практикум по географии почв с основами почвоведения. – М.: Просвещение, 1982. – 125 с.
4. Цытович Н. Механика ґрунтов. – М.: Высш. шк., 1983. – 282 с.

УДК 363.3

*Доц. В.В. КИЙ, канд. техн. наук;
доц. І.Р. КАРАТНИК, канд. техн. наук – УкрДЛТУ*

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ГВИНТОВОГО МЕХАНІЗМУ ПОДАЧІ ДЕРЕВИНИ НА РОЗКОЛЮВАЛЬНИЙ КЛИН

Наведено результати експериментальних досліджень з впливу геометричних параметрів гвинта на величину зусилля подачі деревини на розколювальний клин.

Doc. V.V. KIY, doc. I.R. KARATNYK – USUFWT

Experimental researches of geometrical parameters of screw mechanism of serve of wood on splitting wedge

The got results of experimental researches on influencing of geometrical parameters of screw on the value of effort of serve of wood on a splitting wedge are resulted.

Розколювання деревини є одним із найбільш раціональних і простих способів ділення деревини вздовж волокон без стружкоутворення. Незначна енергомісткість, можливість використання нескладного обладнання, простота технологічного процесу розколювання деревини розповсюджено в промисловості у тих випадках, коли не вимагається рівної і гладкої поверхні полін, що отримують.

На сьогоднішній день всі верстати для розколювання деревини, що випускаються серійно, працюють за принципом насунання кряжа на робочий орган (клин) або робочого органу на кряж. При цьому найбільше зусилля розколювання виникає в початковий період процесу, тобто під час розколювання до моменту появи випереджувальної тріщини і його величина значною мірою залежить від діаметру кряжа, що розколюється. При його зростанні ве-