

УДК 633.63:631.51

Іванишин В.В.¹*д.е.н., професор, ректор***E-mail:** *vvivanushyn@gmail.com***Іліяшик В.В.¹***к.т.н., доцент**кафедра сільськогосподарських машин і механізованих технологій***E-mail:** *iliyashik911@gmail.com***Дуганець В.І.¹***к.т.н., доцент**кафедра сільськогосподарських машин і механізованих технологій***E-mail:** *duganec.vasil@gmail.com*¹ *Подільський державний аграрно-технічний університет
Кам'янець-Подільський, Україна*

АНАЛІЗ УЩІЛЬНЕННЯ ҐРУНТІВ ҐУСЕНИЧНИМИ ХОДОВИМИ СИСТЕМАМИ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ CLAAS LEXION

Анотація

Дослідження присвячене основним проблемам, пов'язаним із ущільненням ґрунту та наслідками такого переущільнення, зниженням родючості ґрунту та урожайності сільськогосподарських культур. Зроблено аналіз літературних джерел з проблем та наслідків ущільнення ґрунту. Встановлено особливості ущільнення ґрунту зернозбиральними комбайнами. Розкрито конструктивні особливості та порядок використання пенетрометра фірми DICKEJ-john для penetрації ґрунту. Розглянуто теоретичні особливості взаємодії з ґрунтом гусеничних ходових систем мобільних енергозасобів. Намічені напрями зменшення негативних наслідків ущільнення ґрунту ходовими система енергозасобів. Виконано порівняльний аналіз змін в структурі ґрунту при допомозі пенетрометра для колісних та гусеничних ходових систем зернозбиральних комбайнів LEXION 750, 600. На основі приведеного аналізу зернозбиральні комбайни LEXION з гусеничною ходовою системою показали позитивні результати, зменшення тиску на ґрунт і відповідно його ущільнення.

Ключові слова: *ґрунт, переущільнення, гусеничні ходові системи, зернозбиральні комбайни, плужна підшва, пенетрометр.*

Вступ. Головне призначення ґрунту – постачання рослин поживними елементами, водою і характеризується основною властивістю – родючістю, є основним засобом виробництва в землеробстві.

Ґрунт як об'єкт обробітку характеризується фізико-механічними і технологічними властивостями, які визначають умови роботи сільськогосподарських машин, енергетичних засобів машин і суттєво впливають на їх показники роботи. Одним із основних негативних наслідків роботи сучасної високопродуктивної техніки є переущільнення ґрунтів, що приводить до зниження родючості ґрунту і пояснюється нераціональним застосуванням нових технологій, енергетичних засобів, технологічних машин, особливо високопродуктивних збиральних машин, зокрема зернозбиральних комбайнів, які руйнують діють на ґрунт і посилюють ерозійні процеси.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як показує літературний аналіз [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9] використання важкої високопродуктивної збиральної техніки веде до збільшення ущільнення ґрунту на значну глибину. Ходова система сучасних важких машинно-тракторних агрегатів під час збирання сільськогосподарських культур через

велику вагу і високий тиск в шинах колісних ходових систем, постійне повторення проходження по слідах на поворотних смугах, вивантаження зерна із бункера істотно збільшують загальну площу ущільнення поля.

Переущільнення ґрунту негативно впливає на водно-фізичні властивості ґрунту, зростає його щільність і твердість до глибини 30...120 см. Знижуються повітро та вологообмінні процеси в ґрунті.

Щільність ґрунту в значній мірі впливає на урожайність культури, а тому показник щільності – об'ємна маса ґрунту повинен знаходитись в допустимих межах. В більшості випадків під впливом ходових систем тракторів і сільськогосподарських машин ґрунт переущільнюється, що негативно впливає на урожайність культур. В наведеному прикладі щільність ґрунту $1,30 \text{ г/см}^3$ є граничною (допустимою). Дослідженнями наукових установ доказано, що щільність ґрунту є одним з вагомих і вирішальних факторів, які впливають на урожай. Для більшості сільськогосподарських культур оптимальна щільність ґрунту є $1,0...1,3 \text{ г/см}^3$. Щільність ґрунту залежить в значній мірі від питомого тиску ходових систем тракторів, а тому його значення встановлено держржавним стандартом 26955-86 і для колісних тракторів дорівнює $0,12 \text{ МПа}$, для гусеничних – $0,10 \text{ МПа}$. Фактично питомий тиск існуючих тракторів перевищує вказані значення ($0,20...0,30 \text{ МПа}$ – для колісних, $0,15...0,20 \text{ МПа}$ – для гусеничних тракторів).

Глибина ущільнення ґрунту сучасними тракторами, збиральними агрегатами досягає $37...50 \text{ см}$ і зберігається до трьох років. Ущільнення ґрунту залежить також і від коефіцієнта буксування, а тому його значення не повинно перевищувати $0,2$.

Втрати урожайності культури в долях одиниці залежно від щільності ґрунту, за даними А.С.Кушнарьова, може виражатись рівнянням:

$$Q = 1 - [a(\rho_0 - \rho)^2 + b(\rho_0 - \rho)], \quad (1)$$

де ρ_0 – оптимальне значення об'ємної маси ґрунту при якому отримується найбільша урожайність культури.

ρ – фактичне значення об'ємної маси ґрунту;

a і b – емпіричні коефіцієнти.

Найбільша урожайність озимої пшениці відповідає щільності ґрунту $1,2 - 1,3 \text{ г/см}^3$, а для кукурудзи – $1,1 - 1,2 \text{ г/см}^3$. Відхилення значення щільності ґрунту від оптимального як в меншу сторону, так і в більшу сторону призводить до зниження урожаю культури

Мета. Метою досліджень був порівняльний аналіз впливу конструкції гусеничної та колісної ходової системи зернозбирального комбайна на показники його ущільнюючої дії на ґрунт.

Методологія дослідження. Визначення опору penetрації виконувався спеціальним приладом – пенетрометром DICKEJ-john (США) (рис. 1).



Рис. 1. Пенетрометр фірми DICKEJ-john під час penetрації ґрунту

Дослідження проводились в корпорації «Колос», с.Більче Золоте Борщівського району, Тернопільської області.

В комплект обладнання входять: основний елемент, манометр, дві металеві деталі – наконечники – як для твердих, так і для більш легких ґрунтів. На циферблаті манометра нанесені дві шкали (для двох різних наконечників), які розмічені у фунтах на квадратний дюйм (PSI). Кольорами на індикаторі умовно позначені зони компактності: зелений сектор, жовтий сектор та червоний сектор. Так в зеленому секторі коренева система рослин сільськогосподарських культур розвивається добре, у жовтому – середньо, а в червоному - погано.

Для проведення досліджень необхідно дивитися на циферблат манометра і визначити величину компактності ґрунту за кольором або конкретне значення компактності ґрунту по шкалі в одиницях PSI.

Результати. При русі ходових систем засобів механізації по ґрунту створюються ущільнені зони, які сконцентровані навколо слідів рушія. Глибина ущільнення ґрунту (чорноземів) при вологості 20...23 % досягає 37...50 см.

Питомий тиск на ґрунт відповідно з державними стандартами повинен бути для гусеничних ходових систем 0,1 МПа, для колісних – 0,12 МПа. Фактичний питомий тиск складає: 0,15...0,20 МПа – для гусеничних ходових систем і 0,20...0,30 мПа – для колісних і більше. Отже, ущільнення ґрунту досягає значної глибини і переущільнення підорного шару його може стати важливою проблемою.

Вплив на ущільнюючу дію параметрів і типів рушіїв комбайна (рис.2) буде визначатися також характером розподілення навантаження.



Рис. 2. Зернозбиральний комбайн LEXION 750 з гусеничною ходовою системою на збиранні озимої пшениці

Широке розповсюдження в теорії ходових систем має розподілення тиску по опорній поверхні рушія за прямолінійним законом і тиск на ґрунт визначається [1, 2]:

$$q_n = (G_e/bL)(3X_L/L-1) \quad (2)$$

$$q_z = (G_e/bL)(2-3X_L/L) \quad (3)$$

де G_e – сила тяжіння, залежить від маси, кН;

b , L – ширина та довжина опорної частини гусениці;

X_L – координата розташування рівнодіючої епюри, мм.

Збільшення кількості опорних котків в нашій ходовій системі зернозбирального комбайна не можливе, тому використовується навантаження на направляючий і ведучий котки.

Висновки і перспективи. Вивченням ефективності зміни довжини і ширини гусениці на ущільнюючу дію на ґрунт встановлено наступне. Збільшення довжини опорної поверхні гусениці більш ефективно ніж ширини її. Так, збільшення довжини в 1,6 рази зменшує ущільнення до допустимого рівня, а ширину гусениці необхідно було б збільшити в 2,3 рази. Ефективність впливу довжини гусениці на ущільнення ґрунту приблизно така як і шагу гусениці.

Використання гумово-металевого шарніру гусениці також значно впливає на зменшення ущільнюючої дії на ґрунт (до допустимого рівня).

Дослідження гумових гусеничних ходових систем показали, що ущільнена зона ґрунту на глибині 15-20 см знаходиться по шкалі пенетрометра в межах зеленої частини, тоді як в колісних ходових системах вона переходить в червону частину шкали на ґрунтах з різною вологістю.

Список використаних джерел

1. Войтюк Д.Г. та ін. Система точного землеробства – новий індустриальний крок у сільському господарстві. *Сільськогосподарська техніка України*. 1998. № 2. С. 32-33.
2. Ксеневич И.П., Скотников В.А., Ляско М.Н. Ходовая система - почва – урожай. Москва : Агропромиздат, 1985. 302 с.
3. Водяник И.И. Воздействие ходовых систем на почву. Москва : Агропромиздат, 1990.
4. Царенко О.М., Войтюк Д.Г., Швайко В.М. та ін. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів / за ред. С.С. Яцуна. Київ : Мета, 2003. 448 с.
5. Войтюк Д.Г., Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські та меліоративні машини / за ред. Д.Г. Войтюка. Київ : Вища освіта, 2004. 544 с.
6. Бендера І.М., Рудь А.В., Козій Я.В., та ін. Проектування сільськогосподарських машин / за ред. І.М. Бендери, Рудя А.В., Козія Я.В. – Камінець-Подільський : ФОРМ Сисін Я.В., 2011. 640 с.
7. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва : у 2 т : Т 1: Машини для рільництва / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін. ; за ред. А.В.Рудя. Київ : Агросвіта, 2012. 584 с.
8. Лімот А.С. Теоретичні основи забезпечення працездатності машин. Житомир : Держ. агроколог. ун-т, 2008. 410 с.
9. Рудь А.В., Мошенко І.О., Бурдега В.Ю., Іліяшик В.В., Михайлова Л.М. Дослідження переущільнення ґрунту та засоби механізації для його розціплення. *Збірник наукових праць ПДАТУ*. 2014. Вип. 22. С. 377-385.

Дата надходження статті до редакції : 11.09.2017
Рецензування 10.10.2017 Прийняття в друк : 14.12.2017

Ivanyshyn V.V.¹

Dr.Sc. (Economics), Professor, Rector

E-mail: vvivanyshyn@gmail.com

Ilyashyk V.V.¹

PhD (Technics), Associate Professor

Department of Agricultural Machines and Mechanized Technologie

E-mail: iliyashik911@gmail.com

Duganets V.I.¹

PhD (Technics), Associate Professor

Department of Agricultural Machines and Mechanized Technologies

E-mail: duganec.vasil@gmail.com

¹ *State Agrarian and Engineering University in Podilya
Kamianets-Podilskyi, Ukraine*

THE ANALYSIS OF SOIL CONSOLIDATION BY CARTIPILLAR UNDERCARRIAGE OF CLAAS LEXION COMBINE HARVESTERS

Abstract

The article focuses on issues of soil consolidation and such after-effect of soil consolidation as poor soil fertility and crop productivity. An analysis of literary sources on the issue was conducted. The characteristics of soil consolidation by combine harvesters are presented. The structural characteristics and operating procedures of DICKEJ penetrometer for soil penetration are given. The study provides the theoretical peculiarities of interaction between soil and caterpillar undercarriage of mobile power unit. The strategies for reducing the negative after-effects of soil consolidation caused by undercarriage of mobile power unit are shown. The comparative analysis of changes in the structure of soil with the help of penetrometer for wheeled and caterpillar undercarriage of LEXION 750 / 600 combine harvesters has been conducted. The analysis has shown that LEXION combine harvesters equipped by caterpillar undercarriage reduced soil and, consequently, soil consolidation.

Keywords: *soil, soil consolidation, caterpillar undercarriage, grain harvesters, mobile power unit, penetrometer.*

References

1. Vojtiuk, D.H. et al. (1998). Systema tochnogo zemlerobstva – novyi indusriialniu krok u sil's'komu hospodars'tvi [The system of precision farming is a new industrial step in agriculture]. *Sil's'kohospodars'ka tehnika Ukrainy*, 2, 32-33.
2. Ksenevch, I.P., Skotnikov, V.A., Lyasko, M.N. (1985). *Khodovaya systema – pochva urozhaj* [Runway system - soil - harvest]. Moscow : Ahropromyzdat.
3. Vodyanik, I.I. (1990). *Vozdeistvie xodovix sistem na pochvu* [Impact of running systems on the soil]. Moscow : Ahropromyzdat. [in Russ.]
4. Zarenko, O.M., Schvauko, V.M., ... Vojtiuk, D.H. (2003). *Mekhaniko-tekhnolohichnij vlastyivosti sil's'koho hospodarskij materialiv* [Mechanical and technological properties of agriculture gift materials]. Kyiv : Meta. [in Ukr.]
5. Vojtiuk, D.H., Dubrovin, V.O., ... Ischenko, T.D. (2004). *Sil's'kohospodars'ki ta melioratyvni mashyny* [Agricultural and reclamation machines]. Kyiv : Vyscha osvita. [in Ukr.]
6. Bendera, I.M., Rud, A.V., & Kozii, Ya.V. (Eds.) (2011). *Proektuvannya sil's'kohospodars'ki mashyn* [Designing agricultural machines]. Kamianets'-Podil's'kyj : VOP Cicin Y.V. [in Ukr.]
7. Rud' A.V. (Ed.) (2012). *Mekhanizaziya, elektrifikaziya ta avtomatyzaziya sil's'kohospodarskoho virobnytva : u 2 t : T 1: Mashyny dlya rilniztva* [Mechanization, electrification and automation of agricultural production: in 2 volumes: Volume 1: Machines for arable land]. Kyiv : Ahrosvita. [in Ukr.]
8. Limot, A.S. (2008). *Teoretichny osnovy zabezpechenya pratsezdatsnosti mashyn* [Theoretical foundations of ensuring the efficiency of machines]. Zhitomir : State Agrarian University [in Ukr.]
9. Rud, A.V., Moshenko, I.O., Burdeha, V.Iu., Iliashyk, V.V., & Mykhailova, L.M. (2014). *Doslidzhennia pereuschilnennia gruntu ta zasoby mekhanizatsii dlia yoho rozshchilnennia* [Investigation of re-compaction of soil and means of mechanization for its decompression]. *Zbirnyk naukovykh prats' PDATU*, 22, 13–33. [in Ukr.]

Received: September 11, 2017

Revision: October 10, 2017 Accepted: December 14, 2017