

ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ І КАРТОПЛІ, ЯКІ ВИЗНАЧАЮТЬ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС РОБОТИ КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНИХ МАШИН

Шевченко І.А., д.с.-г.н.

Таврійська державна агротехнічна академія, м. Мелітополь,

Ткачук В.С., інженер

Подільська держава аграрно-технічна академія,

м. Кам'янець-Подільський

Анотація – Розглядаються фізико-механічні властивості ґрунту і картоплі, від яких в значній мірі залежить робота картоплезбиральних машин. Відмічено, що при багатократній динамічній дії можливе повне розрушування грудок ґрунту при допустимих пошкодженнях бульб картоплі, так як з ростом кількості ударів розрушуваність грудок ґрунту росте швидше ніж пошкодження картоплі.

Ключові слова - картоплезбиральні машини, коефіцієнт тертя картоплі, пошкодження бульб, ґрунтові грудки.

1. Вступ

Для розрахунку робочих органів картоплезбиральних машин велике значення має коефіцієнт тертя, який в основному характеризує різну механічну дію на матеріал. Досліджуючи це питання В.П.Горячкін для бульб картоплі виділив декілька видів тертя: тертя ковзання, тертя кочення, тертя перекидання [1].

Тертя перекидання відрізняється від тертя кочення тим, що пересування бульб при дії сили проходить позовж довшої осі (довжини) бульби. Кожний вид тертя характеризується відповідним коефіцієнтом тертя. Причина цього – непостійність вологості і форми. Але у всіх випадках коефіцієнти тертя кочення менші коефіцієнтів тертя ковзання.

2. Мета досліджень

За мету досліджень поставлено задачу теоретично і на основі вивчення наукових праць по даній тематиці розглянути фізико-механічні властивості ґрунту і картоплі, від яких в значній мірі залежить робота картоплезбиральних машин.

3. Аналіз результатів досліджень

Так як бульби механічно не міцні, то при статичній або динамічній дії робочих органів картоплезбиральних машин на бульби можливі їх пошкодження. Лабораторно-польові дослідження пошкоджень бульб комбайном показали що із збільшенням вологості ґрунту кількість пошкоджених бульб збільшується [2, 3]. Особливо різко збільшуються пошкодження бульб в інтервалі вологості від 19% до 25%, що пояснюється більш високою сепарацією ґрунту. При вологості більше 25% має місце незначне збільшення числа бульб з механічними пошкодженнями, що пов'язано з налипанням ґрунту на робочі органи і бульби.

В результаті досліджень напружено-деформованного стану клубненосного пласту встановлено, що при деформації і рихленні неоднорідних середовищ (якими є клубненосний пласт що включає ґрунт, картоплю, кам'яністі включення, органічні рештки, добрива, ...) необхідно прикладувати навантаження, що значно відрізняються від тих, що необхідні при рихленні однорідних середовищ, про чому величина лінійних деформацій до досягнення граничних значень при зсуві, стиску і розтягу також відрізняються від загальноприйнятих. Відмічено, що граничні напруження розриву в залежності від виду деформації клубненосного пласту нижче в 5 разів порівняно з напруженнями ідеального ґрунту ($\sigma_p = 0,01 \text{ МПа}$). При цьому розрушування клубненосного пласту настає при деформації 0,2 мм, що в 1,5...2 рази менше ніж для ідеального ґрунту.

Всі ці виявлені закономірності можна пояснити зміною природи концентрації і розподілу нормальних і дотичних напружень при наявності включень довільної форми (клубні, камені, рослинні рештки...).

Для визначення зв'язаності ґрунтових грудочок використовується метод навантаження стиску, при якому розрушується зразок. Для визначення роботи розрушування ґрунтових зразків можна скористатися формулами:

$$A = \frac{\sigma^2}{2 \cdot E} \cdot S \cdot l, \quad (1)$$

$$\sigma = \frac{P}{S}, \quad (2)$$

де P – сила, що потрібна для деформації або розрушування тіла;

l – довжина тіла;

S – площа його поперечного перерізу;

E – модуль пружності;

σ – нормальні напруження або тимчасовий опір.

Якщо форму зразка прийняти за куб з ребром D_0 , то

$$S = D_0^2, \quad l = D_0, \quad (3)$$

$$\frac{\sigma}{2E} = V = \text{const} \quad (4)$$

де V – коефіцієнт пропорційності.

Підставивши ці вирази у формулу (1), одержимо, що

$$A = V \cdot D_0^3, \quad (5)$$

Звідки можна зробити висновок, що робота деформації пропорційна об'єму тіла.

Розрушування ґрунтових грудок можна визначити за законом Ритгера

$$A = 3 \cdot V \cdot D_0^2 \cdot A_0 \left(\frac{D_0}{D_1} - 1 \right), \quad (6)$$

де A_0 – питома вага дроблення на одиницю площі;

D_0 – початкове ребро куба;

D_1 – ребро куба після розрушування зразка.

Міцність ґрунтових грудок знаходиться в прямій залежності від їх розмірів. В той же час на міцність ґрунтових грудок впливає ще ряд факторів: задернілість поля, строки оранки і міжрядного обробітку, кількість і характер попередніх опадів і т. п.

Перспективними є роботи в напрямку вивчення шляхів зниження міцності грудок шляхом правильного вибору виду деформації. Розрушаючі навантаження при стиску значно більші, ніж при згині. Так відношення P_{cm}/P_x коливається в межах:

- для середнього суглинку – 5,3...8,0;
- для легкого суглинку – 4,0...4,5.

Глинисті ґрунти різко зменшують опір розриву, згину і зсуву із збільшенням вмісту фізичної глини і вологості, а опір стиску, навпаки, збільшують.

Всі перераховані фактори вказують на переваги деформацій розриву, зсуву і згину перед деформаціями стиску для розрушування ударом ґрунтових грудок. Зусилля удару, необхідні для розрушування грудок важких суглинків при вологості 10% і менше не виходять за межі 92...169Н. Це зусилля розвивається при ударах із швидкістю 5,0...5,5 м/с і моментом інерції маятника що ударає 1,72 Н·м·с².

По мірі збільшення швидкості робочих органів енергія, що зосереджена в одиниці об'єму, зростає, що приводить до більш інтенсивного кришення пласту. Енергія, що затрачається на розрушування при не пружному ударі виражається наступним рівнянням

$$U_0 = \frac{mv^2}{2} = \frac{1}{2} \rho \cdot a \cdot b \cdot l \cdot v^2, \quad (7)$$

де a і b – ширина і висота пласта;

l – довжина сколу;

v – швидкість робочого органу;

ρ – щільність середовища.

Із формули можна зробити висновок, що із підвищенням швидкості дії на пласт розхід енергії збільшується, тобто це є тим, що враховується третім членом раціональної формули В.П.Гарячкіна.

Особливо важливо дослідити явище удару при роботі кидальних, роторних картоплекопачів, так як їх елементи рухаються з великими швидкостями. Розрахунок сили, що діє в момент удару лопатки по пласту, знаходиться використовуючи рівняння динаміки

$$J_p(\omega_1 - \omega_0) = r_p \int_0^t N \cdot dt, \quad (8)$$

$$v = \omega \cdot R, \quad (9)$$

де J_p – момент інерції ротора відносно осі обертання, тут

$$J_p = \frac{G}{g} \cdot \rho^2, \quad (10)$$

де G – вага ротора;

ρ – радіус інерції;

r_p – відстань від точки прикладення імпульсу до осі обертання;

ω_1 – кутова швидкість ротора в момент часу t ;

$\int_0^t N \cdot dt$ – ударний імпульс.

Рівняння кількості руху для маси, що взаємодіє з лопаткою

$$\frac{P}{g}(v_1 - v_0) = \int_0^t N \cdot dt, \quad (11)$$

де P – вага маси, що взаємодіє з лопаткою;

v_1 – швидкість руху маси після удару.

Після розв'язку рівнянь (8) і (9) разом з рівнянням (11) отримаємо вираз для сили удару

$$N = \frac{P \cdot \omega_0 \cdot r_p}{g \left[1 - \frac{P}{G} \cdot \left(\frac{r_p}{\rho} \right)^2 \right]} \cdot \frac{1}{\tau} \cdot K, \quad (12)$$

де τ – час удару;

K – коефіцієнт, що враховує змінну пружність мінерального ґрунту.

Для важких глинистих ґрунтів $K = 0,93 \dots 0,97$, для легких супісків $K = 0,52 \dots 0,6$.

4. Висновки

Порівнюючи механічні властивості ґрунту і бульб слід відмітити наступне:

1. На роздушування часток ґрунту (в статичних умовах) середньо важких суглинків потрібно зусилля від 30Н до 50Н і не більше 156Н. На роздушування бульб необхідно зусилля: для мілких біля 500Н, середніх – 600 ..800Н, крупних – 1000Н і більше. Допустимим навантаженням на середню бульбу можливо рахувати 250Н.

2. Допустимі напруження для бульб картоплі 0,15МПа, що майже в п'ять разів вище тимчасового опору стисненню грудок.

3. Механічне розрушування часток ґрунту можливе в динамічних (удар) і статичних (стиснення) умовах. Швидкість удару забезпечує повне розрушування грудок середньої вологості, при одноразовому ударі швидкість рівна 6,5...7 м/с, що відповідає висоті падіння 2,0...2,5 м. Допустиму висоту падіння бульб на "голі" пруткові елеватори слід рахувати висоту 0,2...0,25 м, при цій висоті кількість пошкоджених бульб не перевищує 8%.

4. Допустима швидкість удару бульб на початку елеватора – 7,7 м/с, в середині – 4,7 м/с, в кінці – 3,5 м/с, на початку і кінці каскаду – 2 м/с.

5. Границя міцності бульб картоплі при контактному навантаженні в період збирання знаходиться в межах $1,92 \dots 2,02 \text{ Н/мм}^2$, допустимі контактні напруження змінюються від $1,32$ до $1,52 \text{ Н/мм}^2$. Модуль пружності картоплі - $3,75 \dots 4,9 \text{ Н/мм}^2$.

6. Показники міцності шкірки картоплі надзвичайно близькі до показників міцності грудок ґрунту.

7. Вологість ґрунту значно впливає на пошкодження картоплі. Пошкодження збільшуються при вологості ґрунту нижчій за 17% і більшій за 23%.

8. Механічні пошкодження залежать від параметрів і режимів роботи робочих органів картоплезбиральних машин. До них відносяться: вид удару, лінійна і кутова швидкість, швидкість співударів, матеріал поверхні, кут нахилу поверхні удару, місце встановлення.

9. Дослідами встановлено, що обгумовані поверхні допускають швидкість співударів в 1,5, а гумові – в 2,5 разів більші ніж металеві.

10. При багатократній динамічній дії можливе повне розрушення грудок ґрунту при допустимих пошкодженнях бульб картоплі, так як з ростом кількості ударів розрушуваність грудок ґрунту росте швидше ніж пошкодження картоплі.

Література

1. Горячкин В.П. Собрание сочинений. Том 1. М.: Колос. - 1965, 720с.
2. Петров Г.Д. Картофелеуборочные машины. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984. – 320 с., ил..
3. Мацепуро М.Е. Технологические основы механизации уборки картофеля. Мн., 1959, 229 с.

PHYSICAL AND MECHANICAL CHARACTERISTICS OF SOIL AND POTATOES WHICH INFLUENCE THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF POTATO-HARVESTER

I. Shevchenko, V. Tkachuk

Summary

It is regarded physical and mechanical characteristics of soil and potato tubers which considerable influence the functioning of potato-harvester. It is observed that frequent dynamic action brings to crumpling of soil lumps with possible damage degree of potato tubers since the acceleration ofnock amounts increases crumpling of soil lumps rather than damage degree of potato tubers.

УДК 631.3

ТЗ.8

Праці / Таврійська державна агротехнічна академія – Вип.1, Т.16. -
Мелітополь: ТДАТА, 2000 - 108 с.

ДРУКУЄТЬСЯ ЗА РІШЕННЯМ ВЧЕНОЇ РАДИ ТДАТА,
ПРОТОКОЛ №4 ВІД 14 ГРУДНЯ 1999 Р.

У збірнику приведені результати теоретичних і експериментальних досліджень із проблем інтенсифікації використання техніки і технологій у сільськогосподарському виробництві, представлених ученими, викладачами й аспірантами України і Беларусі.

Збірник розрахований на широке коло науковців і фахівців сільського господарства, а також конструкторів сільськогосподарського машинобудування.

Редакційна колегія праць ТДАТА:

Найдиш В.М. - д.т.н. (головний редактор), Діордієв В.Т. - к.т.н.,
Зуєв О.О. - к.т.н., Крижачківський М.Л. - д.с.-г.н.,
Кушнар'єв А.С. - чл.-кор. УААН, д.т.н., Масюткін Є.П. - к.т.н.,
Найдиш А.В. - д.т.н., Овчаров В.В. - д.т.н., Просвірін В.І. - д.т.н.,
Роговий В.Д. - к.т.н., Тарасенко В.В. - д.т.н.,
Черкун В.Ю. - к.т.н. (відповідальний секретар),
Шевченко І.А. - д.с.-г.н.

Відповідальний за випуск – зав. кафедри “Сільськогосподарські машини” д.с.-г.н., доц. Шевченко І.А.

Виконавець: к.т.н. Дерезенчук О.А.

(кафедра “Сільськогосподарські машини”)

Адреса редакції: ТДАТА

просп. Б.Хмельницького 18
м.Мелітополь
Запорізька обл.
72312 Україна
тел (06142) 2-10-02

ISBN

© Таврійська державна
агротехнічна академія, 2000.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Шевченко И.А.</i>	Сравнительная оценка отвальной и безотвальной систем земледелия	3
<i>Іванченко В.Й</i> <i>Калитка В.В</i> <i>Сердюк М.Є</i> <i>Мироничева О.С.</i>	Вплив антиоксидантів біогенного походження на природний збиток маси плодів яблуні при тривалому зберіганні	14
<i>Шевченко І.А</i> <i>Ткачук В.С.</i>	Фізико-механічні властивості ґрунту і картоплі, які визначають технологічний процес роботи картоплезбиральних машин	17
<i>Винс В.В</i> <i>Цыганов А.Р</i> <i>Добышев А.С.</i>	Повышение эффективности опрыскивания полевых культур	23
<i>Масюткін Є.П</i> <i>Просвірнін В.І.</i>	Кінетика освітлення технічних рідин оброблених магнітним полем	28
<i>Шацкий В.В.</i>	Эффективность повышения качества приготовления кормов	32
<i>Надикто В.Т</i> <i>Ландарь С.</i>	Випробування модульного енергетичного засобу	39
<i>Рогач Ю.П</i> <i>Катюха Д.А.</i>	Расчет энергоемкости технологий возделывания полевых культур с использованием ЭВМ	44
<i>Скляр Р.В</i> <i>Роговий В.Д.</i>	Визначення в'язкості і напруги зсуву рідкого гною	48
<i>Добышев А.С.</i>	Экологические и экономические аспекты предпосевной обработки почвы и посева зерновых культур	55
<i>Скляр А.Г</i> <i>Кнышов А.Я</i> <i>Жакот В.Г.</i>	Теоретические основы процессов разделения жидкого свиного навоза	58
<i>Малюта С.И</i> <i>Омельяненко Ю.В.</i>	Состояние и перспективы развития техники для очистки зерна и подготовки семян в Украине	64
<i>Баєв І.В.</i>	Оптимізація завантаження трактора при роботі на ділянці зі змінним подовжнім ухилом	69