

забезпечують збереження і поліпшення екологічного стану навколишнього середовища.

Пошук посухостійкої та високоврожайної бобової трави, яка займала б поле один рік, але створювала пласт, за родючістю перевершуючий чистий пар, в зоні посушливого Степу України є завданням виняткової важливості. Такою травою може виявитися буркун.

Особливий інтерес буркун білий в цьому зв'язку становить для землеробства Миколаївської області, де площа солонцюватих і засолених ґрунтів становить понад 160 тис. гектарів. Ці землі з успіхом можуть бути зайняті буркуном і давати додатково велику кількість високобілкових кормів, відновлюючи при цьому свою родючість.

Список використаних джерел:

1. Демидась Г. І., Захлебаєв М. В. Продуктивність буркуну білого в чистих та сумісних посівах з однорічними злаковими культурами. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва, 2017. Вип. 90(1). С. 47-54. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/zhpumus_2017_90\(1\)_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/zhpumus_2017_90(1)_8). Косуба Р. Б., Ткачук О. Ю. Стан і перспективи використання буркуну лікарського в медицині та фармації : огляд літератури). Фітотерапія. 2009. № 2. С. 53-56. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Fch_2009_2_15.

2. Лавриненко Ю. О., Влащук А. М., Влащук О. А. Особливості водоспоживання буркуну білого однорічного в умовах Півдня України. Таврійський науковий вісник. 2019. Вип.110. Ч.1.С. 113-119 (Сільськогосподарські науки).

3. Місевич О. В. Виробництво високоякісного кондиційного насіння буркуну білого однорічного залежно від агротехнічних заходів в умовах півдня Україна : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : 06.01.05 / Нац. акад. аграр. наук України; Ін-т зрошувального землеробства. Херсон, 2020. 24 с.

4. Оптимізація параметрів адаптивної технології вирощування буркуну білого однорічного / А.М. Влащук та ін. Актуальні проблеми землеробської галузі та шляхи їх вирішення : матер. Всеукр. наук.-практ. конф. (Миколаїв. 04-06 грудня 2019 р.). Миколаїв : МНАУ, 2019. С.20-22.

Abstract. Burkun is a high-yielding fodder crop, rich in protein and other nutrients. According to the chemical evaluation, burkun is not inferior to other fodder plants, in general nutrition it is equal to the best leguminous grasses - clover, safflower, alfalfa, and in terms of protein and phosphorus content, it surpasses them. Burkun deserves special attention as a phytomelioration plant.

Keywords: burkun, agriculture, coumarin, fodder, leguminous grass.

УДК 631.31

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ЛЕМІША МІНІМАЛЬНОГО ТЯГОВОГО ОПОРУ З ПЛОСКИМИ ВІЛЬНООБЕРТАЛЬНИМИ ДИСКАМИ

Храмов М. С., асистент

e-mail: khramov_ns@mnaeu.edu.ua

Миколаївський національний аграрний університет

Анотація. Розглянуто взаємодію леміша мінімального тягового опору з плоскими вільнообетальними дисками. В результаті розв'язання кубічного рівняння за допомогою формул Кардано отримано такий вираз, що дозволяє

встановити характер зміни екстремального значення кута α в залежності від кута тертя φ .

Ключові слова: леміш, тяговий опір, ґрунт, енергія.

Основними показниками ступеня досконалості ґрунтообробних робочих органів є якість виконуваного процесу та його енергоємність. Причому показано, що ці два найважливіших критерія оцінки роботи машин та знарядь необхідно розглядати лише у взаємозв'язку. На підставі аналізу результатів численних експериментів встановлено, що для зв'язних ґрунтів має місце відокремлення клином пласта ґрунту від основної маси шляхом його відриву. Для опису фізичної сутності явища ми можемо використати гіпотезу про відокремлення клином пласта підрізаємого шару ґрунту, шляхом його вигину. При цьому ґрунт розглядається як однорідне середовище з рівномірними властивостями в усьому його об'ємі, що піддається впливу клину, але різними механічними характеристиками при стисканні та розтяганні. Процес утворення грудки шляхом відокремлення її від основної маси зсувом або відривом визначається не тільки фізико-механічними властивостями ґрунту, параметрами робочого органу, а і глибиною його ходу в ґрунті. Для вивчення взаємозв'язку між названими факторами доцільно провести спеціальні дослідження.

Процес кришіння ґрунту клином шляхом його відриву чи зсуву визначається фізико-механічними властивостями ґрунту, кутом кришіння та глибиною обробітку.

Використовуваний у цьому випадку леміш є двограним прямим плоским клином, що характеризується такими параметрами: кутом підйому α і довжиною l_l . Напрямні диски сприятимуть руху ґрунту по лемішу в тому випадку, якщо проекція їхньої колової швидкості на нормаль до леміша дорівнюватиме нулю або спрямована вгору. Якщо остання буде спрямована вниз, то диски захоплюватимуть ґрунт і притискатимуть його до леміша, що призведе до збільшення сил тертя ґрунту по поверхні леміша та ускладнить його рух. Отже, для того щоб не виключити це явище, необхідно, щоб диск по відношенню до леміша був встановлений в такому положенні, при якому проекції швидкостей точок диска відповідали б вищевикладеним вимогам. Ця вимога буде дотримуватися за умови [1]:

$$\angle OVB' \geq \frac{\pi}{2}$$

Тоді із трикутника $OA'B$ маємо

$$l_l \geq r_d \operatorname{tg} \alpha$$

де r_d – радіус направляючого диска, м;

α – кут підйому ґрунту;

l_l – відстань між диском та лемішем, м.

Параметри повинні бути вибрані з урахуванням забезпечення руху ґрунту по лемішу з мінімальними витратами енергії. Для руху ґрунту по лемішу необхідно, щоб забезпечувалась умова:

$$\alpha + \varphi \leq \frac{\pi}{2} \tag{1}$$

де φ – кут тертя ґрунту по робочій поверхні леміша.

Враховуючи те, що кут тертя φ для різних ґрунтів змінюється в межах від 14° до 42° , кут підйому α , згідно з нерівністю (1), може змінюватися у відносно великих межах. Причому, із зменшенням кута підйому α довжина леміша l_l , збільшується.

Експериментальні дослідження, які були проведені дослідниками М.Є. Мацепуро та І.В. Манютой, показали, що при підйомі ґрунту на висоту h є таке поєднання кута підйому α і довжини леміша l_l , при якому сила опору раціональної величини підйому буде залежити від значення кута тертя [2].

Залежність складової сили опору в ґрунті R_{lx} руху клину, викликаного вагою пласта та силами тертя, від кута тертя φ та кута підйому α була встановлена Г.М. Синьоковим.

$$R_{lx} = abh\gamma_{об} \frac{tg(\alpha + \varphi)}{\sin \alpha} \quad (2)$$

де R_{lx} – сила опору ґрунту руху леміша, Н;

a – глибина ходу леміша, м;

b – ширина леміша, м;

$\gamma_{об}$ – об'ємна вага ґрунту, Н/м³;

h – висота підйому ґрунту лемішем, м.

Для пошуку мінімального значення сили опору R_{lx} досліджуємо рівняння (2) на екстремум. При цьому отримуємо [2]:

$$\frac{dR_{lx}}{d\alpha} = \frac{a \cdot b \cdot h \cdot \gamma_{об}}{\sin^2 \alpha} \left[\frac{\sin \alpha}{\cos^2(\alpha + \varphi)} - tg(\alpha + \varphi) \cos \alpha \right] = 0$$

Після відповідних перетворень отримуємо кубічне рівняння

$$tg^3 \alpha + \frac{1}{2} \sin 2\varphi \cdot tg^2 \alpha + 2 \sin^2 \varphi \cdot tg \alpha - \frac{1}{2} \sin 2\varphi = 0$$

В результаті розв'язання кубічного рівняння за допомогою формул Кардано отримано такий вираз для екстремального кута підйому α

$$\alpha = \arctg \left[\frac{\sqrt[3]{-\frac{1}{2} \sin 2\varphi \left(\frac{1}{108} \sin^2 2\varphi - \frac{1}{3} \sin^2 2\varphi - \frac{1}{2} \right) + \sqrt{\frac{1}{4} \sin^2 2\varphi \left(\frac{1}{108} \sin^2 2\varphi - \frac{1}{3} \sin^2 2\varphi - \frac{1}{2} \right)^2 + \frac{1}{27} \sin^6 \varphi \left(2 - \frac{1}{3} \cos^2 \varphi \right)^3}} + \sqrt[3]{-\frac{1}{2} \sin 2\varphi \left(\frac{1}{108} \sin^2 2\varphi - \frac{1}{3} \sin^2 2\varphi - \frac{1}{2} \right) - \sqrt{\frac{1}{4} \sin^2 2\varphi \left(\frac{1}{108} \sin^2 2\varphi - \frac{1}{3} \sin^2 2\varphi - \frac{1}{2} \right)^2 + \frac{1}{27} \sin^6 \varphi \left(2 - \frac{1}{3} \cos^2 \varphi \right)^3}} - \frac{1}{6} \sin 2\varphi} \right] \quad (3)$$

Щоб визначити характер екстремуму, знайдемо значення другої похідної рівняння (2). При цьому отримуємо:

$$\frac{d^2 R_{lx}}{d\alpha^2} = a \cdot b \cdot h \cdot \gamma_{об} \frac{1}{\sin^4 \alpha} \cdot$$

$$\left\{ \sin^2 \alpha \left[\cos \alpha - \cos 2(\alpha + \varphi) \cdot \cos \alpha + \frac{1}{2} \sin 2(\alpha + \varphi) \cdot \sin \alpha \right] - 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha \left[\sin \alpha - \frac{1}{2} \sin 2(\alpha + \varphi) \cdot \cos \alpha \right] \right\}$$

Підставивши значення кута підйому α з виразу (3) в отримане рівняння, знайдемо:

$$\frac{d^2 R_{lx}}{d\alpha^2} > 0$$

Отже, при значеннях кута α , що визначаються виразом (3), буде місце мінімального значення опору леміша. Для більшої наочності характеру зміни екстремального значення кута α в залежності від кута тертя φ , вираженої рівнянням (3), можна представити в графічному вигляді (рис.).

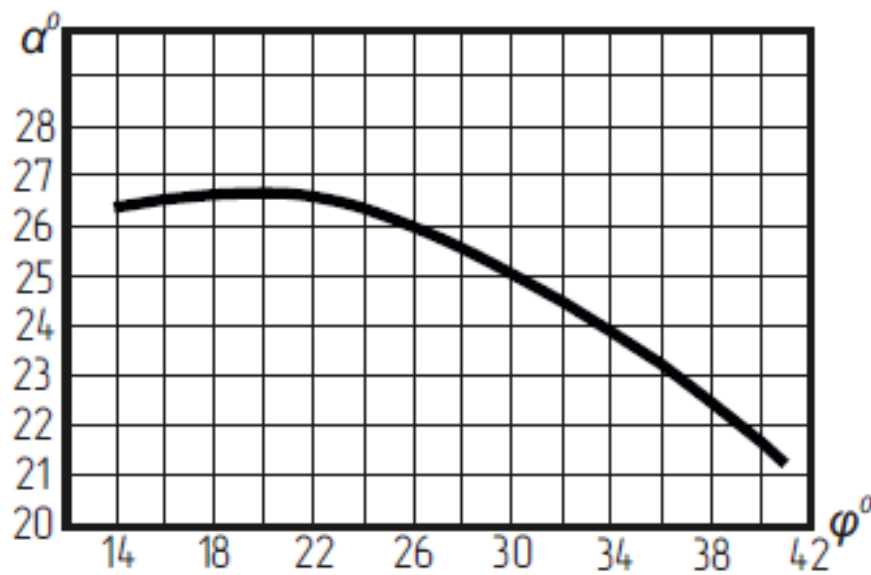


Рисунок. Характер зміни екстремального значення кута α залежно від кута тертя φ

Оскільки кут тертя φ не є на всіх ділянках поля постійним, а усереднене його значення становить приблизно $26^{\circ}30'$, то кут підйому α можна прийняти рівним 24° - 26° . Довжина леміша визначаємо за формулою (4):

$$l_n = \frac{h}{\sin \alpha} \quad (4)$$

де l_n – довжина леміша, м

Таким чином, принципово можна отримати значення для визначення кута тертя та значення кута підйому ґрунту лемішем, при якому опір останнього буде мати мінімальне значення.

Список використаних джерел:

1. Syromyatnikov Y.N., Khramov N.S. Процес підйому ґрунту робочими органами ґрунтообробної розрихлювально-сепаруючої установки. Podilian Bulletin: Agriculture, Engineering, Economics. 2021. №. 33. С. 86-96.
2. Пашенко В.Ф., Ким В.В., Храмов М.С. Розробка математичної моделі напруженого стану ґрунту під впливом клину. Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний збірник. 2017. № 6 (105). С. 32-44.
3. Храмов М.С. Взаємодія робочого органу з ґрунтом на основі теорії тиску сипучих середовищ. Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції . Харків: 25-26 листопада 2021р. С.491-494.

Abstract. It was examined by the interplay of the blade of the minimal traction support with the flat wheeled disks. As a result of the development of the cubic equalization for the additional formulas of Cardano, such a virase was taken away, which allows us to establish the nature of the change in the extreme value of the angle α in the fallow of the angle friction φ .

Keywords: soil, traction resistance, soil, energy