

Список использованной литературы

1. Ротационный рыхлитель: пат. № FAP 00888 РУз., МПК 8 A01B 21/00 / А. Тухтакузиев, Х.Г. Абдулхаев, А.Д. Нуриддинов № FAP 20130049; заявл. 19.04.2013; опубл. 30.04.2014, Бюл. № 4. С. 48.
2. Устройство для обработки гребней и борозд между ними: пат. № FAP 01071 РУз., МПК 8 A01B 33/00. / Тухтакузиев А. и Абдулхаев Х.Г. № FAP 20150066; заявл. 15.05.2015; опубл. 31.03.2016, Бюл. № 3. С. 176.
3. Синеоков, Г.Н. Теория и расчет почвообрабатывающих машин / Г.Н. Синеоков, И.М. Панов. – Москва: Машиностроение, 1977. – 328 с.

УДК 631.302.004.6

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЩЕГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЛЕМЕХА ПРИ ЗАТУПЛЕНИИ ЛЕЗВИЯ

К.К. Нуриев, д-р техн. наук, профессор,

М.К. Нуриев, старший преподаватель

Гулистанский государственный университет,

г. Гулистан, Республика Узбекистан.

karimnuriyev0@gmail.com

Аннотация: В статье отмечается, что при вспашке тяговое сопротивление лемеха с затылочной фаской увеличивается пропорционально объему уплотняемой почвы. Выявлено, что увеличение объемного коэффициента смятия от 4 до 10 Н приводит к повышению тягового сопротивления до 2,5 раз. Для экономии ГСМ и других расходоуемых средств на вспашку необходимо проводить при минимальных значениях параметров затылочной фаски и коэффициента объемного смятия почвы.

Ключевые слова: Лемех, абразивное изнашивание, затупление, вспашка, предельное состояние, пласт, сопротивление почвы, лезвие, затылочная фаска, выгалакивающая сила, сопротивление плуга.

Abstract: The article notes that when plowing, the traction resistance of a ploughshare with an occipital chamfer increases in proportion to the volume of compacted soil. It is revealed that an increase in the volume coefficient of crumpling from 4 to 10 N leads to an increase in traction resistance up to 2.5 times. To save fuel and other expended funds for plowing, it is necessary to carry out at the minimum values of the parameters of the occipital chamfer and the coefficient of volumetric crumpling of the soil.

Keywords: Ploughshare, abrasive wear, blunting, plowing, limit condition, formation, soil resistance, blade, occipital chamfer, pushing force, plough resistance.

Введение. Как известно, эксплуатационно-технологические показатели работы пахотного агрегата в основном зависит от лемеха плуга. Лемех эксплуатируется в тяжёлых почвенных условиях постоянного абразивного изнашивания. В связи с этим затупление лемеха – это неизбежный процесс. Следовательно, затупление лемеха способствует к увеличению в процессе вспашки сил сопротивления [1-3].

Для снижения сил сопротивления при использовании монометаллических (однослойных) а иногда и двухслойных лемехов требуется производить их заточку или его замену на острую. В настоящее время многие хозяйства не производят своевременную заточку или замену лемехов и используют их до предельного состояния.

Основная часть. Рассмотрим работу лемеха с затупленным лезвием. При работе с затупленными лемехами повышается общее тяговое сопротивление лемеха. Многие учёные общее тяговое сопротивление делят на сопротивление почвы прирезанное лезвием, сопротивление почвы при деформации, преодоление силы тяжести, силы инерции пласта [4]. Общее сопротивление лемеха, движущегося с неизменной скоростью определяется по формуле.

$$P_x = R_p + R_o + G_m + R_u \quad (1)$$

При наличии затылочной фаски сопротивление резанию определяется как сумма сил выталкивающей лемех из почвы и силы тяги.

$$R_p = R_x + R_y \quad (2)$$

А.А. Вильде [5] установил, что корреляционная связь между твёрдостью почвы и тяговым сопротивлением плуга определяется зависимостью

$$R_x = K_1 \times H \times F, \quad (3)$$

где H – средняя твердость почвы на глубине обработки, МПа; F – площадь деформируемого слоя, см²; K_1 – переводной коэффициент, учитывающий влияние формы и размеры затылочной фаски.

Площадь деформируемого слоя определяется по параметрам затылочной фаски.

$$F = b \times s \times \sin \varepsilon, \quad (4)$$

тогда
$$R_x = K_1 \times H \times b \times s \times \sin \varepsilon. \quad (5)$$

Сила выталкивающая лемех из почвы определяется по следующей формуле.

$$R_y = g_0 \times V, \quad (6)$$

$$V = b \times h_s \times l_s \times s \times \sin \varepsilon / \cos \varepsilon, \quad (7)$$

где b – ширина захвата лемеха, h_s – высота затылочной фаски, l_s – ширина затылочной фаски, V – объем сминаемой почвы, g_0 – коэффициент объемного смятия почвы.

Учитывая, что

$$h_s = l_s \times \sin \varepsilon, \quad (8)$$

$$R = b g_0 \sin 2\varepsilon l_s^2 / 2 \sin \gamma. \quad (9)$$

Как известно, коэффициент объемного смятия почвы зависит от его скорости деформации (смятия), т.е. [6].

$$g_0 = g_0^1 (1 + K_v v_3), \quad (10)$$

где g_0^1 – объемный коэффициент смятия, выбранное при статических испытаниях, т.е. при скорости деформации равное нулю. K_v – коэффициент, учитывающий изменение коэффициента объемного смятия почвы в зависимости от скорости смятия, с/м, v_3 – скорость смятия почвы затылочной фаской в вертикальном направлении м/с.

Из рисунка 1. Используя теорему синусов получим

$$\frac{g_M}{\sin(90 - \phi)} = \frac{g_C}{\sin[180 - (90 + \phi + \varepsilon)]} \quad (11)$$

Отсюда,

$$\frac{g_C}{g_M} = \frac{\cos(\varepsilon + \phi)}{\cos \phi} \quad (12)$$

$$g_C = g_M (\cos \varepsilon - \sin \varepsilon \times \operatorname{tg} \phi) \quad (13)$$

$$g_s = g_C \cos(90 - \varepsilon) = g_M (\cos \varepsilon - \sin \varepsilon \times \operatorname{tg} \phi) \sin \varepsilon \quad (14)$$

Получим

$$R_y = \frac{b \sin 2\varepsilon}{2 \sin \gamma} l_s^2 g_0^1 [1 + K_g g_M (\cos \varepsilon - \sin \varepsilon \times \operatorname{tg} \phi) \sin \varepsilon] \quad (15).$$

Тогда подставляя из уравнений (5) и (15) значения R_x и R_y в выражение (2), получаем

$$R_p = K_l \times H \times b \times s \times \sin \varepsilon + \frac{b \sin 2\varepsilon}{2 \sin \gamma} l_s^2 g_0^1 [1 + K_g g_M (\cos \varepsilon - \sin \varepsilon \times \operatorname{tg} \phi) \sin \varepsilon] \quad (16)$$

Сопротивление почвы деформации R_0 имеет переменную величину. Сила R_0 является равнодействующей элементарных нормальных и касательных реактивных сил на рабочей поверхности клина. Она приложена близ лезвия клина и отклонена от нормали к его рабочей поверхности на угол трения φ . Типичным видом деформации почвы под воздействием клина является отрыв, а не сдвиг. Но для этого вида деформации почвы до сих пор еще не найдены формулы, обеспечивающие определение силы R_0 . Горизонтальная

составляющая сопротивления деформации пропорционально поперечному сечению пласта.

$$R_o = kab \quad (17)$$

где k – коэффициент, учитывающий свойство почвы и геометрическую форму лемеха.

Сила тяжести пласта G_m , воспринимаемое лемехом, можно определить по зависимости. $G_m = ablp$ (18), где a – глубина вспашки, b и l – ширина и длина рабочей поверхности лемеха, ρ – объем веса почвы. Сила инерции пласта R_u можно рассматривать как суммарную силу соударения частиц почвы о плоскость лемеха, тогда ее величину определяем используя теорему изменения количества движения [4]. Как известно, сила динамического давления пласта R_u равна $R_u = -jm$ (19), где j – среднее ускорение, сообщаемое клином частицами почвы, m – масса пласта.

Под воздействием клина скорость движения каждой точки пласта изменяется от $\mathcal{G} = 0$ до \mathcal{G}_a поэтому средняя величина ускорения, сообщаемого пласту, равна

$$j = (v_a - v_0) / (t_2 - t_1) = v_a / (t_2 - t_1) \quad (20)$$

где $t_2 - t_1$ – время, в течение которого частица почвы, двигающаяся со скоростью v_r по поверхности клина, проходит путь l . Учитывая, что $t_2 - t_1 = l/v_r$, $v_r = v$ и что, согласно уравнению [4]/

$$v_a = 2v \sin(\beta/2)$$

тогда

$$j = 2 (v^2/l) \sin(\beta/2) \quad (21).$$

Ускорение j сообщается всем точкам пласта. Для определения массы используем зависимость

$$m = ablp/g \quad (22).$$

Подставляя в уравнение (19) значение j и m из выражений (21) и (22) и после некоторых преобразований получим

$$R_u = \frac{ab\rho}{g} \mathcal{G}_M^2 \sin \beta \operatorname{tg}(\alpha + \phi) \quad (23)$$

где v – скорость движения агрегата, м/с. Подставив значение сил R_p , R_o , G_m , R_u из формул (16), (17), (18), (19) в уравнение (1) получим общее сопротивление лемеха движущегося с неизменной скоростью

$$P_x = K_1 H b s \sin \varepsilon + \frac{b \sin 2\varepsilon}{2 \sin \gamma} l_s^2 g_0^1 [1 + K_g g_M (\cos \varepsilon - \sin \varepsilon \times \operatorname{tg} \phi) \sin \varepsilon]^+ + kab + abl\rho + \frac{ab\rho}{g} g_M^2 \sin \beta \operatorname{tg}(\alpha + \phi) \quad (24)$$

Из уравнения (15) видно, что на величину силы R_y , способствующий выглублению лемеха из почвы наибольшее влияние оказывает ширина затылочной фаски, а по исследованиям Г.Н. Синего [4] и В.И. Зрулина [7], этим параметром считается высота затылочной фаски. Однако мы считаем, что на величину силы R_y , способствующий выглублению лемеха из почвы в процессе взаимодействия, оказывает объем сминаемой почвы под затылочной фаской V_3 (рисунок 2).

$$V_3 = \frac{l_s \cos \varepsilon}{2} h_s b \quad (25).$$

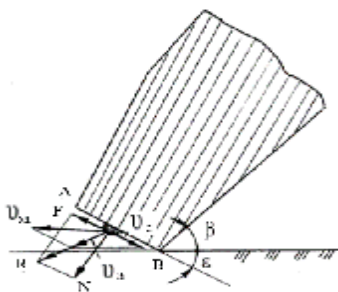


Рисунок 1 – Схема к определению скоростей движения лемеха и почвы

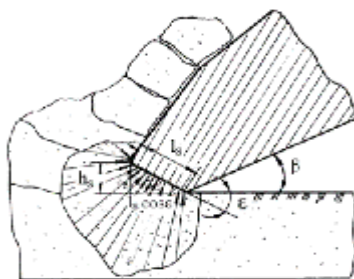


Рисунок 2 – Схема к определению объема сминаемой почвы затылочной фаской лемеха

Здесь мнение многих ученых расходятся, поэтому рассмотрим влияние этих параметров на объем уплотняемой почвы под лемехом (затылочной фаской) так как именно уплотняемая почва создает выталкивающую силу лемеха из почвы. Рассмотрим влияние параметров затылочной фаски на объем уплотняемой почвы под лемехом. Из рис. 2 видно, что

$$h_s = l_s \sin \varepsilon \quad (26)$$

Построим графики зависимости влияния ширины l_s и угла затылочной фаски ε на толщину уплотняемой почвы h_s и на объем V_3

уплотняемой почвы под лемехом по формулам (26) и (25) (рисунок 3). Поставив формулы (26) в (25) и поле некоторых преобразований получим

$$V_s = l_s^2 b \sin 2\varepsilon . \quad (27).$$

Как видно из этой зависимости на величину уплотняемого объема почвы V_s , который способствует возникновению выталкивающей силы R_y , основное влияние оказывает ширина l_s и угол затылочной фаски ε . С учетом зависимостей (26) и (27) и после некоторых преобразований формула (15) выгладить так

$$R_y = \frac{V_s}{2 \sin \gamma} g_0^1 [1 + K_g g_M (\cos \varepsilon - \sin \varepsilon \times \operatorname{tg} \phi) \sin \varepsilon] \quad (28)$$

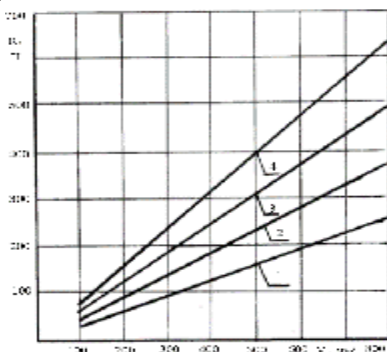


Рисунок 3 – Зависимость тягового сопротивления от объема уплотняемой почвы затылочной фаской 1,2,3,4 – соответственно $R_y=f(g_0)$ при $g_0=4, 6, 8, 10$ Н

Заключение. Графики, построенные по формуле (28) при различных значениях объемного коэффициента смятия показаны на рисунок. 3. Как видно из графика при работе тяговое сопротивление лемеха с затылочной фаской увеличивается пропорционально объему уплотняемой почвы. Необходимо отметить также, что увеличение объемного коэффициента смятия от 4 до 10 Н тяговое сопротивление повышается до 2,5 раз. Следовательно, для экономии ГСМ и других расходуемых средств на вспашку необходимо проводить при минимальных значениях параметров затылочной фаски и коэффициента объемного смятия почвы.

Список использованной литературы

1. Миронов, Д.А. Обоснование конструктивно-материаловедческих параметров, обеспечивающих повышение ресурса и работоспособности лемешных рабо-

чих органов. Дисс. на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Москва, 2017. – С. 13.

2. Севернев, М.М. Износ деталей сельскохозяйственных машин / М.М. Севернев. – Л.: Колос, 1977. – 288 с.

3. Нуриев, К.К. Установление предельного срока эксплуатации плужных лемехов / К.К. Нуриев, Ш.Ш. Шарипов. – Ташкент: Фан, 2003. – 98 с.

4. Синеоков Г.Н. Проектирование почвообрабатывающих машин / Г.Н. Синеоков. – М.: Машиностроение, 1965. – 312 с.

5. Вильде, А.А. Тяговое сопротивление кривого клина. / А.А. Вильде // Тр. Латвийского НИИМЭСХ, Т.1. – Рига: 1967. – С. 263–268.

6. Ширяев, А.М. Предпосевное уплотнение почвы / А.М. Ширяев // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1988, №3 – С. 33–35.

7. Зрулин, В.И. Исследование изнашивания лемехов для двухъярусной вспашки и определение их оптимальных параметров / В.И. Зрулин, Б.А. Чернов. // Ж. Механизация хлопководства. – 1984. – №12. – С. 15–17.

УДК 631.331.022

ПРИМЕНИМОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО КРИТЕРИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ВЫСЕВАЮЩИХ АППАРАТОВ ПРОПАШНЫХ СЕЯЛОК

**К.П. Дубина, канд. техн. наук, ассистент,
А.Ю. Несмиян, д-р, техн. наук, профессор,
А.П. Жигайлова, аспирантка**

*Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ,
г. Зерноград Ростовской области, Россия
nesmijan.andrei@yandex.ru*

Аннотация: Исследование посвящено проверке применимости комплексного критерия функциональной оценки аппаратов точного высева к отдельным их узлам, а также к оценке технологических свойств высеваемых семян. Результаты, полученные экспериментальным путем, подтвердили возможность использования предложенного комплексного критерия в данных направлениях.

Abstract: The study is devoted to testing the applicability of a comprehensive criterion for the functional assessment of precision seeding machines to their individual nodes, as well as to assessing the technological properties of the sown seeds. The results obtained experimentally confirmed the possibility of using the proposed complex criterion in these areas.

Ключевые слова: аппарат точного высева; подсолнечник; кукуруза; оценка; комплексный критерий; частота подач

Key words: precision seeding machine; sunflower; corn; grade; complex criterion; innings frequency.

Введение. В Азово-Черноморском инженерном институте ФГБОУ ВО Донской ГАУ был предложен к использованию комплексный критерий оценки (ККО) или «критерий неоптимально-