

6-1-2015

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ШНЕКА, РАБОТАЮЩЕГО СОВМЕСТНО С КОВШОМ ПЛАНИРОВЩИКА

И. С. Хасанов
Бухарский филиал ТИИМ

А. Р. Муратов
Ташкентский институт ирригации и мелиорации

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/tiame>

Recommended Citation

Хасанов, И. С. and Муратов, А. Р. (2015) "ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ШНЕКА, РАБОТАЮЩЕГО СОВМЕСТНО С КОВШОМ ПЛАНИРОВЩИКА," *Irrigation and Melioration*: Vol. 2015 : Iss. 02 , Article 8.
Available at: <https://uzjournals.edu.uz/tiame/vol2015/iss02/8>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Irrigation and Melioration by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact sh.erkinov@edu.uz.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ШНЕКА, РАБОТАЮЩЕГО СОВМЕСТНО С КОВШОМ ПЛАНИРОВЩИКА

Хасанов И.С, к.т.н., доцент,
Бухарский филиал ТИИМ,
Муратов А. Р., к.т.н., доцент,
Ташкентский институт ирригации
и мелиорации

Аннотация

Мақолада экишдан аввалги агротехник талабларга жавоб берувчи далаларни текислашнинг технологик жараёнини яхшилаш мақсадида ковш ишлашини режалаштириш билан биргаликда иш олиб борувчи шнекнинг унумдорлиги ва бошқа айрим кўрсаткичларини аниқлашга бўлган назарий уринишлар тақдим этилган.

Abstract

In the article the theoretical attempts of determination of the productivity and some other parameters of screw working organ of working are presented together with the scoop of planner with the purpose of improvement of technological process of making even of the fields, to the answering agrotechnical requirements of preseed background.

Аннотация

В статье представлены теоретические попытки определения производительности и некоторых других параметров шнекового рабочего органа, работающего совместно с ковшом планировщика с целью улучшения технологического процесса разравнивания полей, отвечающим агротехническим требованиям предпосевного фона.

Известно, что величина и характер изменения угловой скорости частицы материала определяют производительность и энергетические показатели на транспортирование материала шнеком. Рассмотрим движение частицы почвенного вала массой dm , расположенной в точке O наклонного цилиндрического шнека на расстоянии r от оси шнека (рис. 1, а и б.) и движущуюся по траектории абсолютного движения AB ; оси t , b и n – соответственно касательной, бинормаль и нормаль к траектории абсолютного движения. Ось n направлена к центру кривизны и совпадает с осью y . Ось Z параллельна оси шнека, оси x и y расположены по касательной и нормали в плоскости PP шнека, перпендикулярной его оси $ШШ$; $ГГ$ горизонтальная плоскость. [2]

На частицу грунта действуют следующие силы: сила тяжести частицы $G_r = gdm$, которую можно разложить на три составляющие, осевую $G_r^I = G_r \cdot \sin \beta_{ш}$ (по оси z), радиальную $G_r^{II} = G_r \cdot \cos \beta_{ш} \cdot \cos \varepsilon$ (по оси y) и касательную $G_r^{III} = G_r \cdot \cos \beta_{ш} \cdot \sin \varepsilon$ (по оси x); центробежная сила $F_u = \omega_r^2 \cdot \mu \cdot d \cdot m$ (по оси y), сила трения частицы о кожуш отвала F_k (по оси t), сила трения о винтовую поверхность $F_{ш}$ (под углом наклона винтовой линии α_r к оси x); касательная сила инерции F_u^t , действующая по касательной к траектории абсолютного движения частицы (ось t) и направленная противоположно вектору абсолютной скорости частицы \vec{V} (рис. 2, а); нормальная сила инерции F_u^n , направленная к центру кривизны траектории (по оси n); нормальная реакция соседнего слоя F_k (по оси n) и винтовой поверхности $F_{ш}$ (под углом α_r к оси z). $\beta_{ш}$ - угол наклона шнека к горизонту; ε - текущий угол поворота частицы, отсчитываемый от проекции O_2 частицы на плоскость PP . Равнодействующая F_n нормальной реакции винтовой поверхности $F_{ш}$ и силы трения о винтовую поверхность отклонена от нормали и винтовой поверхности на угол трения $\varphi = \arctg f$, где f коэффициент трения грунта по металлу шнека.

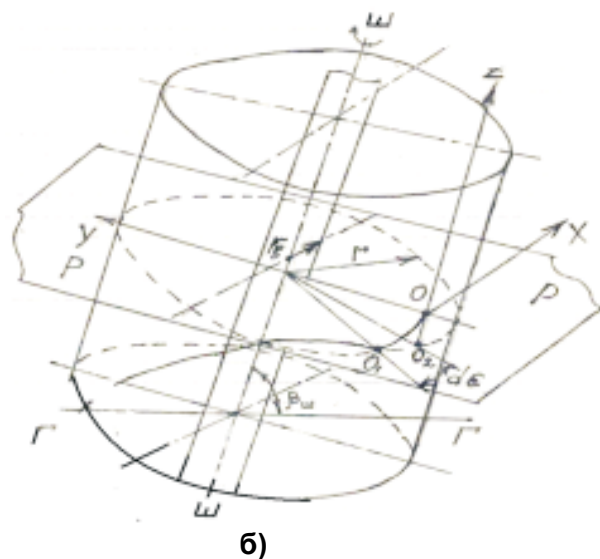
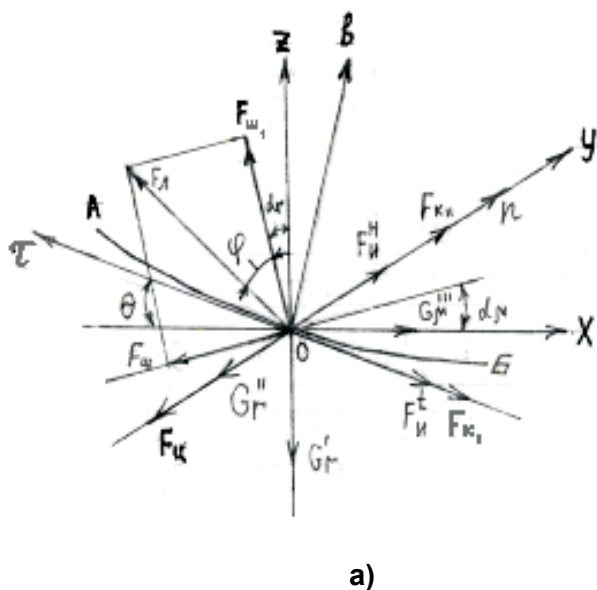


Рис. 1

Если считать, что разрыхленный грунт перед ковшем планировщика - глина, то значение этого коэффициента равняется 0,6...0,7. [2]

Сила трения частицы о ковш, вызванная совместным действием сил F_u и G_r'' равна:

$$F_{k_i} = f_r(F_u + G_r'') = f_r(\omega_r^2 \cdot r + g \cos \beta_u \cdot \cos \varepsilon) \cdot dm$$

где f_r и f соответственно коэффициенты трения частицы о ковш и соседний слой материала, и винтовую поверхность. Абсолютная скорость частицы

$$\vartheta = \sqrt{\vartheta_t^2 + \vartheta_o^2} = r\sqrt{\omega_r^2 + (\omega - \omega_r)^2 \cdot \text{tg}^2 a_r} \quad (1)$$

где ϑ_t – тангенциальная скорость частицы на радиусе r от оси шнека, $\vartheta_t = \omega_r \cdot r$,

ϑ_o – осевая скорость частицы на радиусе r от оси шнека, $\vartheta_o = (\omega - \omega_r) \text{tg} a_r$, ω – угловая скорость шнека, a_r – угол наклона винтовой линии шнека на радиусе r (рис. 1, а).

Касательную силу инерции определим следующим образом:

$$F_u^t = \frac{d\vartheta}{dt} dm = \frac{r[\omega_r - (\omega - \omega_r) \text{tg}^2 a_r]}{\sqrt{\omega_r^2 + (\omega - \omega_r)^2 \text{tg}^2 a_r}} \cdot \frac{d\omega_r}{dt} dm \quad (2)$$

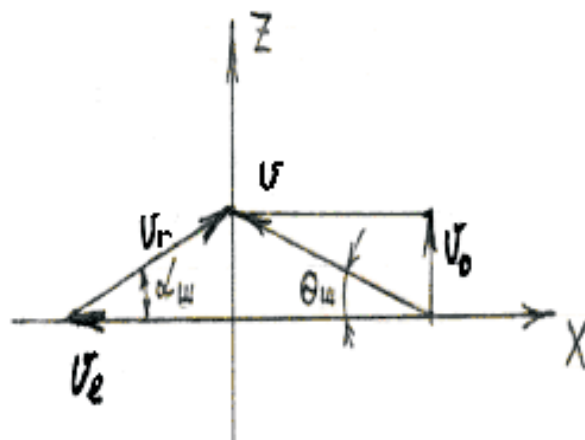
нормальная сила инерции:

$$F_u^n = \vartheta^2 \cdot r_a^{-1} \cdot dm = r^2[\omega_r^2 + (\omega - \omega_r)^2 \cdot \text{tg}^2 a_r] \cdot [r(1 + \text{tg}^2 \theta)]^{-1} \quad (3)$$

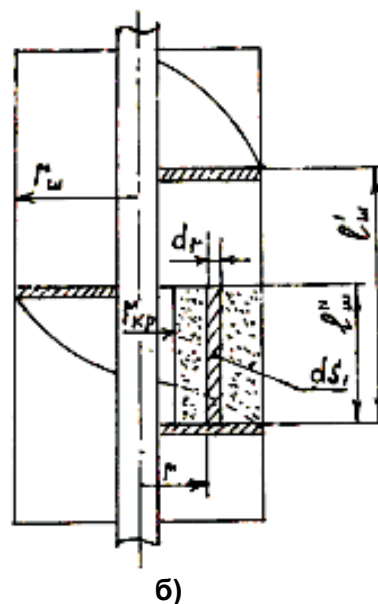
где r_a – радиус кривизны траектории в рассматриваемой точке, $r_a = r(1 + \text{tg}^2 \theta)$,

θ – угол наклона винтовой линии траектории частицы к оси X (рис. 1,а).

$$\text{tg} \theta = \text{tg} a_u (\omega - \omega_r) \omega_r^{-1} \quad (4)$$



а)



б)

Рис. 2

где a_{ω} – угол наклона винтовой линии шнека на периферии.

Согласно принципу Даламбера [3], уравнение динамического равновесия материальной частицы в проекциях на оси натурального триэдра траектории (τ, b, n) , рисунок 1,а будет

$$\sum \tau = [F_{\tau} \sin(a_r + \theta + \varphi) - G_r^{III} \cos \theta - F_{k_1} - F_u^t - G_r^I \sin \theta] \cdot \cos \varepsilon - (F_u + G_r^{II} - F_u^H - F_{k_{II}}) \cdot \sin \varepsilon = 0 \quad (5)$$

$$\sum b = \pm F_{\tau} \cdot \cos(a_r + \theta - \varphi) + G_r^{III} \cdot \sin \theta - G_r^I \cdot \cos \theta = 0, \quad (6)$$

$$\sum n = (F_u + G_r^{II} + F_u^H - F_{k_{II}}) \cdot \cos \varepsilon + [F_{\tau} \sin(a_r + \theta + \varphi) - G_r^{III} \cdot \cos \theta - F_{k_1} - F_u^t - G_r^I \sin \theta] \cdot \sin \varepsilon = 0 \quad (7)$$

Решая эти уравнения совместно, исключая из них силу F_{τ} , после соответствующих преобразований исключения и времени посредством выражения элементарного угла поворота по дуге $O1, O2$ (рисунок 1,б) частицы $d\varepsilon = (\omega - \omega_r)dt$, получим:

$$\frac{d\omega_r}{d\varepsilon} = \frac{\pm \frac{\sin([a_r + \varphi]\omega_r + \cos(a_r + \varphi) \cdot tga_r(\omega - \omega_r))}{\cos(a_r + \varphi)\omega_r - \sin(a_r + \varphi)tga_r(\omega - \omega_r)} [g \cdot \sin \beta_{\omega} \cdot \omega_r - g \cdot \cos \beta_{\omega} \sin \varepsilon \cdot tga_r(\omega - \omega_r)] -}{(\omega - \omega_r)r[\omega_r - (\omega - \omega_r)tg^2 a_r]} \rightarrow \quad (8)$$

$$\frac{-f_r(\omega_r^2 + g \cdot \cos \beta_{\omega} \cdot \cos \varepsilon) \sqrt{\omega_r^2 + (\omega - \omega_r)^2 \cdot tg^2 a_r} - g \cdot \sin \beta_{\omega} \cdot tga_r(\omega - \omega_r) - g \cdot \cos \beta_{\omega} \sin \varepsilon \cdot \omega_r}{(\omega - \omega_r)r[\omega_r - (\omega - \omega_r)tg^2 a_r]}$$

Интегрированием уравнения (8.) методом Эйлера [3] можно получить кривые зависимости ω_r от ε для шнеков с различными параметрами.

В горизонтальном ($\beta_{\omega} < 30^\circ$) шнеке в период установившегося движения угловая скорость частицы равна нулю. Угол поворота частица ε , при котором начинается установившееся движение, зависит от начальных условий и может быть найден из уравнения (8):

$$\varepsilon = \arctg[f_r \sin(a_r + \varphi) \cos^{-1}(a_r + \varphi)] \quad (9)$$

Максимальная производительность по разрыхленному грунту, определяемая пропускной способностью между верхними витками шнека будет: $\Pi = \int_{r_{сп}}^{r_{\omega}} \vartheta_r dS$ (10)

где r_{ω} – наружный радиус шнека, ϑ_r – скорость скольжения грунта по винтовой поверхности шнека (относительная скорость), d_s – элементарная площадь сечения грунта, расположенного между верхними витками в плоскости, перпендикулярной вектору относительной скорости.

Грунт в сечении шнека плоскостью, проходящей через ось шнека, занимает площадь, ограниченную снизу прямой линией, перпендикулярной оси шнека (рис. 2,б). Тогда в сечении получим прямоугольник длиной l^I , которую можно принять равной шагу шнека $l^I = l_{\omega}^I$.

Элементарная площадь сечения грунта на расстоянии r от оси шнека будет равна:

$$dS = dS_1 \cos a_r = l_{\omega}^I dr \cos a_r = 2\pi l_{\omega}^I (\sqrt{4\pi^2 r^2 + (l_{\omega}^I)^2})^{-1} \cdot r dr \quad (11)$$

где dS_1 – элементарная площадь грунта в осевом сечении (рис. 2 б)

В горизонтальных и пологонаклонных шнеках при угле наклона $\beta_{\omega} \leq 30^\circ$ угловая скорость частицы материала $\omega_{r_{\omega}}^{cp} = 0$. Для расчета производительности ($m^3/ч$) можно пользоваться следующей формулой[1]: $\Pi_T = 450(d_{\omega}^2 - d_b^2)l_{\omega}^I \omega \cdot K_H K_{\beta} \cdot K_p^{-1}$ (12)

где d_{ω}, d_b – соответственно диаметры шнека и вала, м; K_H – коэффициент наполнения шнека, для нашего случая можно принять равный $K_H = 0,2 \dots 0,4$;

K_{β} – коэффициент, учитывающий угол наклона шнека к горизонту $K_{\beta} = 1,0 \dots 0,8$ [2],

K_p – коэффициент разрыхления грунта, для нашего случая $K_p = 1,14 \dots 1,28$ [4].

К основным параметрам шнекового рабочего органа относятся: длина транспортирующей части – l_{ω}^I , режущей части – l_p , диаметр шнека – d_{ω} , окружная скорость на режущей кромке $\vartheta_{окр}$, шаг шнека – l_{ω}^I , рабочая скорость перемещения ϑ_p .

Длину транспортирующей и режущей частей шнека принимают конструктивно, исходя из типа шнека и параметров обрабатываемой среды. Для предварительных расчетов можно принимать длину транспортирующей части горизонтально расположенного шнека $l_{\omega}^I = l_p = (0,7 \dots 0,8)Bп$, где $Bп$ –

ширина захвата ковша планировщика. Диаметр шнека $d_{ш}$ с горизонтально расположенным рабочим органом при заданной производительности Π_T может быть определен из формулы (12) после некоторых преобразований,

$$d_{ш} \geq \sqrt{\Pi_T K_p (900 \vartheta_{окр} K_a K_n K_\beta)^{-1} + d_s^2} \quad (13)$$

где $\vartheta_{окр}$ – окружная скорость на режущей кромке шнека, $\vartheta_{окр} = 1,5 \dots 3$ м/с; K_a – коэффициент, учитывающий наклон режущей кромки шнека, $K_a = l_{ш} / d_{ш} = 0,7 \dots 1,0$.

Шаг, горизонтально расположенного шнека $l_{ш}^1$ принимаем равным $l_{ш}^1 = K_a d_{ш}$, значение K_a принимают в зависимости от наклона режущей кромки шнека. Для нашего случая можно принять K_a равным 0,85.

Рабочая скорость перемещения грунта шнеком должна равняться скорости наполнения

ковша планировщика грунтом. Последнее зависит от скорости поступательного движения планировщика. Для нашего случая с определенной точностью можно принять $\vartheta_{гр} = \vartheta_{ков} = \vartheta_n$, где $\vartheta_{гр}$ – скорость перемещения грунта шнеком, $\vartheta_{ков}$ – скорость наполнения ковша планировщика грунтом, ϑ_n – поступательная скорость движения планировщика, м/с.

Рабочую скорость перемещения планировщика ещё можно определить из условия обеспечения заданной производительности на срезе грунта ковшом планировщика. Для горизонтально расположенного шнека рабочая скорость (ϑ_n) перемещения, м/с: $\vartheta_n = \Pi_T \cdot l_p^{-1} h_p^{-1}$, (14)

где Π_T – производительность планировочного агрегата на срезе грунта, м³/ч, l_p – длина режущей части ножа планировщика, м, h_p – толщина срезаемого слоя грунта, м.

Выводы

Из анализа выше приведенной теоретической предпосылки определения производительности шнекового рабочего органа следует, что с увеличением скорости вращения и диаметров шнека увеличивается производительность шнекового рабочего органа. При этом немаловажное значение имеет и шаг шнека, с увеличением которого увеличивается объем перемещаемого грунта к боковым стенкам ковша планировщика, что в свою очередь способствует равномерному распределению грунта призмы волочения по ширине прохода планировщика. С увеличением скорости поступательного движения планировщика работоспособность шнекового рабочего органа возрастает, то есть, шнеки перемещают большой объем грунта в стороны относительно друг от друга. Как показали выборочные опыты с экспериментальным образцом мини планировщика, такое улучшение работы шнекового рабочего органа происходит под влиянием скорости поступательного движения до 2 м/с. Свыше этой скорости шнеки начинают забиваться грунтом и технологический процесс работы шнекового рабочего органа нарушается.

Литература

1. Г.В. Веденяпин и другие. Эксплуатация машинно-тракторного парка. Изд-во «Сельхозлитература». Москва, 1963г.
2. Васильев Б.А. и др. «Мелиоративные машины». Москва, «Колос», 1980г
3. Бермант А.Ф. «Курс математического анализа». Часть I и II, Издательство «Технико-теоретической литературы», Москва, 1956г.
4. Ветров Ю.А. «Резание грунтов землеройными машинами», Москва «Машиностроение», 1971г
5. А.Р. Муратов, Г.Л. Фырлина. Комплексная механизация ирригационных и мелиоративных работ. Учебное пособие. ТИМИ. 2008- 374 стр.