

УДК 631.317

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ ФРЕЗЫ С НОЖАМИ ЗУБЦЕОБРАЗНОЙ ФОРМЫ

Гаджиев П. И.

доктор технических наук, профессор
Российский государственный аграрный заочный университет
г. Балашиха, Россия

Манаенков К. А.

доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ
г. Мичуринск, Россия

Алексеев А. И.¹

аспирант
ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ
г. Мичуринск, Россия

Аннотация. Статья посвящена проблеме выбора оптимальных параметров и режимов работы фрезы с ножами зубцеобразной формы. Отмечено, что наибольшее влияние на обработку почвы оказывает передний угол ножа.

Ключевые слова: фреза, почва, обработка, нож, зубцеобразная форма, режим, угол.

¹ Алексеев А.И. aleks87mo@rambler.ru

Среди известных почвообрабатывающих машин и орудий фрезы обладают рядом преимуществ. В зависимости от выбранных режимов они позволяют получить необходимую структуру почвы после обработки и выровненный микрорельеф. При смежных проходах почвенной фрезы отсутствуют свальные и развальные борозды. Все это в итоге увеличивает биологическую активность почвы, снижает водную эрозию, повышает равномерность заделки семян растений по глубине и, как следствие, ведет к росту урожайности сельскохозяйственных культур

Фрезы перспективны для создания на их базе комбинированных почвообрабатывающих агрегатов, выполняющих несколько операций за один проход по полю.

Вместе с тем, использование почвенных фрез в сельскохозяйственном производстве ограничено. Основные причины – сложность конструкций и низкая надежность по сравнению с другими почвообрабатывающими орудиями. При определенных условиях происходит повышенный износ рабочих органов. Из-за неправильно выбранных конструктивных параметров и режимов работы наблюдается высокая энергоемкость.

Цель нашей работы – повысить эффективность почвенной фрезы с двухступенчатыми ножами зубцеобразной формы (рисунок 1), установить рациональные конструктивно-режимные параметры рабочих органов.



Рисунок 1 – Нож почвообрабатывающей фрезы зубцеобразной формы

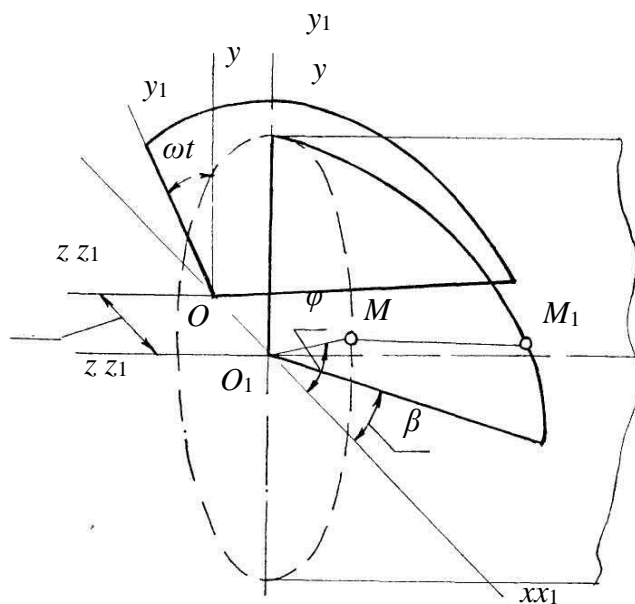


Рисунок 2 – Схема движения точек фрезерных ножей зубцеобразной формы

Для определения оптимальных конструктивных параметров составим уравнения движения точек фрезерных ножей зубцеобразной формы (рисунок 2):

$$\left. \begin{aligned} X &= X_0 + R_i \sin \Theta \sin \psi \sin(\varphi + \omega t) + R_i \cos \psi \cos(\varphi + \omega t) - R_i \operatorname{tg} \sigma \cos \Theta \sin \psi + f_1(t); \\ Y &= Y_0 + R_i \operatorname{tg} \sigma \sin \Theta + R_i \cos \Theta \sin(\varphi + \omega t) + f_2(t); \\ Z &= Z_0 + R_i \sin \psi \cos(\varphi + \omega t) + R_i \operatorname{tg} \sigma \cos \Theta \cos \psi - R_i \sin \Theta \cos \psi \sin(\varphi + \omega t) + f_3(t). \end{aligned} \right\} (1)$$

здесь R_i – текущий радиус точки ножа;

ψ – угол между осью фрезы и направлением движения, град;

Θ – угол наклона фрезы к поверхности поля, град;

φ – исходный угол поворота ножа, град;

ω – скорость вращения ножа, $\text{рад} \cdot \text{с}^{-1}$;

t – время, с;

σ – угол установки ножа, град.

X, Y, Z – неподвижная система координат;

X_0, Y_0, Z_0 – координаты подвижной системы координат в начальный момент времени;

$f_1(t), f_2(t), f_3(t)$ – законы изменения положения подвижных систем координат по осям абсолютной;

Образующие зубцеобразных ножей вращаясь, перемещаются в направлении движения почвенной фрезы, образуя кинематические поверхности. Их уравнения в координатах (u, v) можно получить из выражений (1):

$$\left. \begin{aligned} X &= V_m t + R \sin \gamma \cos(v - \omega t) + u \sin(v - \omega t); \\ Y &= u \cos(v - \omega t) - R \sin \gamma \sin(v - \omega t); \\ Z &= R \operatorname{tg} \tau \cdot v, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

или в параметрических координатах:

$$\vec{r} = R \operatorname{tg} \tau (\varphi \mp \arccos \frac{R \sin \gamma}{\rho}) \vec{k} + (\rho \cos \omega t + V_m t \cos \varphi) \vec{e}(\varphi) - (\rho \sin \omega t + V_m t \sin \varphi) \vec{g}(\varphi). \quad (3)$$

Выражения (2), (3) определяют траекторию движения ножей в различных координатах. Уравнение движения образующей зубцеобразного ножа получим, проведя сечение кинематической поверхности плоскостью, перпендикулярной оси вращения, отстоящей от плоскости xu на расстоянии n :

$$\left. \begin{aligned} x &= V_m t - u \sin\left(\frac{n}{R \operatorname{tg} \tau} - \omega t\right) + R \sin \gamma \cos\left(\frac{n}{R \operatorname{tg} \tau} - \omega t\right); \\ y &= u \cos\left(\frac{n}{R \operatorname{tg} \tau} - \omega t\right) + R \sin \gamma \sin\left(\frac{n}{R \operatorname{tg} \tau} - \omega t\right). \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

При $n=0$ из (4) можно получить явное уравнение следа режущей кромки на поверхности почвы и размеры стружки:

$$X = \sqrt{h(2R - h)} + \frac{V_m}{\omega} \left(\gamma - \arccos \frac{R - h}{R} + \frac{Z}{R \operatorname{tg} \tau} \right). \quad (5)$$

В результате теоретических и экспериментальных исследований определено, что наибольшее влияние на энергоёмкость обработки почвы оказывает передний угол ножа зубцеобразной формы.

Список литературы

1. Гаджиев, П.И. Энергосберегающая техника и средства для малой механизации / П.И. Гаджиев, К.Л. Коваль // Решение задач по реализации

национальных проектов в развитии кооперации и общества в целом: матер. междунар. науч. конф. кооперативных вузов стран СНГ по итогам научно-исследовательской работы в 2007 году от 24 апреля 2008г. – М.: РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, 2008.

2. Гаджиев, П.И. Экологические предпосылки механической обработки почвы / П.И. Гаджиев, К.Л. Коваль, В.В. Гончаров // Обеспечение и рациональное использование энергетических и водных ресурсов в АПК: материалы международной научно – практической конференции 19 мая 2009 г. – С.150–153.

3. Гаджиев, П.И. Эффективность обработки почвы фрезой / П.И. Гаджиев, К.Л. Коваль // Техника в сельском хозяйстве. – 2009. – №5. – С.41–42.

4. Гаджиев, П.И. Исследование волнистого профиля ножа фрезы для обработки почвы / П.И. Гаджиев, Г.Г. Рамазанова, А.И. Алексеев // Техника и оборудование для села. – № 1, 2018. – С.6–7.

THE CHOICE OF OPTIMUM PARAMETERS AND MODES OF OPERATION OF THE CUTTER KNIVES SUBSEROSAL FORMS

Hajiyev P. I.

doctor of technical sciences, professor
Russian State Agrarian Correspondence University
Balashikha, Russia

Manaenkov K. A.

doctor of technical sciences, professor
Michurinsk State Agrarian University
Michurinsk, Russia

Alekseev A. I.

postgraduate,
Michurinsk State Agrarian University,
Michurinsk, Russia

Abstract. The article is devoted to the problem of choosing the optimal parameters and modes of operation of the cutter in the tooth-shaped knives. It is noted that the front angle of the knife has the most influence on the soil treatment.

Key words: milling cutter, soil, treatment, knife, subseries form, operation, angle.