

УДК 631.356.24

КОПАТЕЛЬ КОРНЕПЛОДОВ ВИБРАЦИОННОГО ТИПА

Абросимов Александр Геннадьевич

кандидат технических наук, доцент

AlexAbr84@bk.ru

Соловьёв Сергей Владимирович

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

sergsol6800@yandex.ru

Дробышев Игорь Анатольевич

кандидат технических наук, доцент

drobyshev1968@bk.ru

Алехин Алексей Викторович

кандидат технических наук, доцент

alekhinal@bk.ru

Дьячков Сергей Владимирович

кандидат технических наук, доцент

alfred_8113@mail.ru

Бахарев Алексей Александрович

кандидат технических наук, доцент

bakharevalex@mail.ru

ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ,

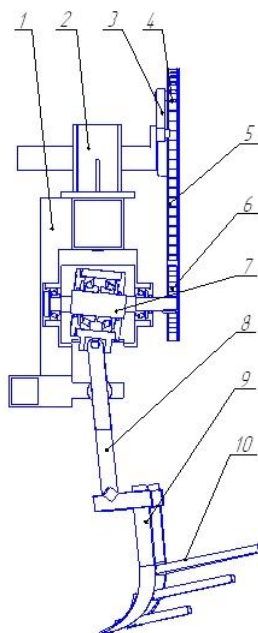
г. Мичуринск, Россия

Аннотация: В данной статье представлена конструкция и некоторые кинематические параметры вибрационного копателя корнеплодов, позволяющего минимизировать повреждения корнеплодов при их извлечении из почвы.

Ключевые слова: корнеплоды, повреждения, рабочие поверхности, амплитуда, частота.

В последние годы значительное внимание уделяется созданию и использованию машин с вибрационными рабочими органами для уборки корнеплодов. Были разработаны лемешковые вибрационные коптели, совершающие колебания в продольно-вертикальном направлении. Подобные рабочие органы были установлены на зарубежных и отечественных комбайнах. Они показали себя более работоспособными в тяжелых условиях уборки, однако при повышенных скоростях происходит увеличение повреждения корнеплодов. Увеличение амплитуды колебания рабочей части копача на корнеплод по мере прохождения его через русло способствует увеличению качества убираемой продукции [1].

Влияние изменяемой амплитуды воздействия копателя на корнеплод сахарной свеклы при его извлечении из почвы, в условиях повышенной влажности почвы, рассмотрим на примере конструкции вибрационного копателя корнеплодов (рисунок 1).



1 – рама; 2 – кривошипный механизм; 3 – шатун; 4 – ведущая звездочка; 5 – цепь; 6 – ведомая звездочка; 7 – узел вибрации; 8 – шатун; 9 – долотообразная стойка; 10 – пруток.

Рисунок 1 – Вибрационный копатель корнеплодов.

Узел вибрации, выполненный в виде «качающейся шайбы», сообщает рабочему органу колебания во всех трех плоскостях, что придает ему высокую динамическую активность, необходимую для быстрого разрушения

связи корнеплода с почвой. Точки рабочей части копача имеют различную амплитуду, которая увеличивается по мере прохождения корнеплода через его русло.

Для определения максимально допустимой амплитуды прутков рабочего органа рассмотрим схему, изображенную на рисунке 2[1]

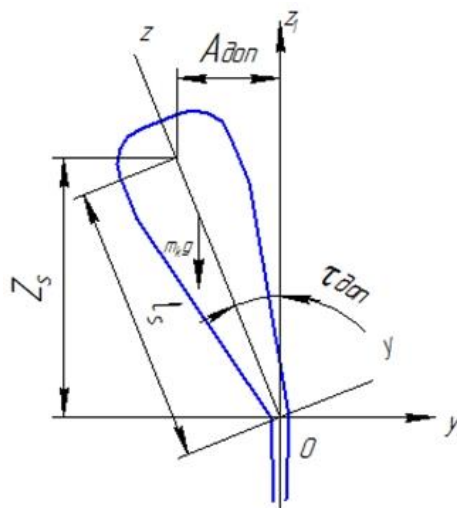


Рисунок 2 - Схема к определению отклонения корнеплода от вертикальной оси

Согласно схемы, изгиб корнеплода происходит под действием прутка на угол τ . Амплитуда корнеплода зависит от расстояния l_s точки контакта прутков B рабочего органа с корнеплодом до точки O , ниже которой, происходит защемление корневой части корнеплода при допустимом угле $\tau_{\text{доп}}$.

Наибольшее динамическое отклонение корня не должно превышать допустимого.

$$A_{\text{доп}} = l_s \cdot \sin \tau_{\text{доп}} , \quad (1)$$

где $A_{\text{доп}}$ - максимально допустимая амплитуда колебаний, мм;

$\tau_{\text{доп}}$ - допустимый угол наклона корнеплода, град: $\tau_{\text{доп}}=8 \dots 11$ град. [1];

l_s - расстояния точки контакта прутков B рабочего органа с корнеплодом до точки O , ниже которой происходит защемление корневой части корнеплода, мм.

При некоторых значениях влажности почвы ($W > W_{\text{кр}}$), копатель даже с идеально подобранными геометрическими параметрами теряет работоспособность[2]. Поэтому, необходимо исследовать процесс извлечения корне-

плодов долотообразным рабочим органом при сообщении ему колебаний с различными частотой, амплитудой и направлением воздействия сил.

Во время работы вибрационного копача, для уточнения его кинематических параметров, необходимо рассмотреть перемещение точек рабочей части относительно осей x, y, z (рисунок 3).

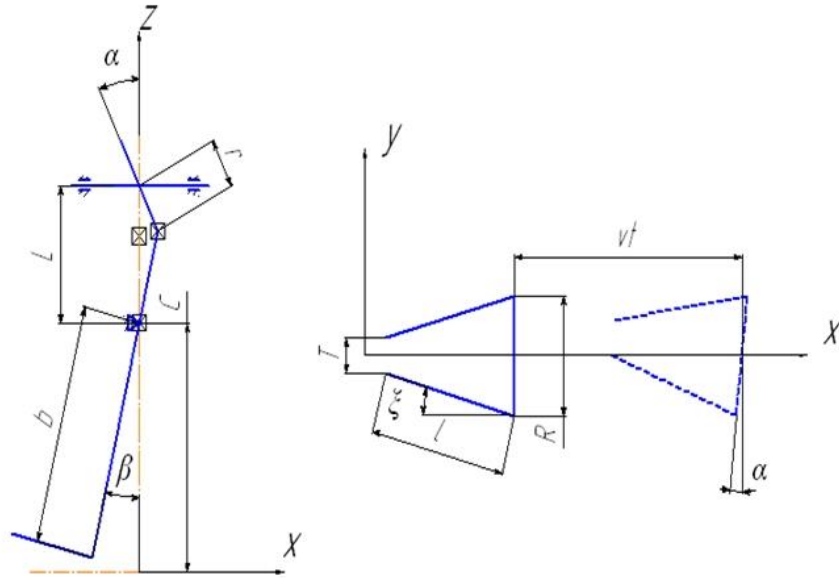


Рисунок 3 - Схема перемещения рабочего органа

Согласно схемы перемещение точек копача можно выразить системой уравнений (2):

$$\left. \begin{aligned} x &= v_M t - A_x \cos(\omega t) \\ y &= A_y \cos(\omega t) \\ z &= A_z \cos(\omega t) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где v_M - скорость машины, м/с;

ω - угловая скорость, c^{-1} ;

A_x - амплитуда в продольной плоскости, мм;

A_y - амплитуда в поперечной плоскости, мм;

A_z - амплитуда в вертикальной плоскости, мм.

Амплитуду во всех трех плоскостях, согласно рисунку 3, можно выразить следующими формулами[3]:

$$A_x = b \cdot \sin\beta + ((1 \cdot \cos(\alpha + \xi) + R \cdot \sin\alpha) - 1 \cdot \cos\xi) \cos\beta \quad (3)$$

$$A_y = l \cdot \sin(\alpha + \xi) - l \cdot \sin \xi \quad (4)$$

$$A_z = c - b \cdot \cos \beta + (l \cdot \cos(\alpha + \xi) + R \cdot \sin \alpha) \sin \beta \quad (5)$$

где c - расстояние от шарнира до прутков, м: $c = K + r - L$;

R - расстояние между рыхлительными лапами копача, м;

K - длина шатуна, м

L - расстояние от центра узла вибрации до поворотной каретки шатуна, м;

b - расстояние от шарнира до прутка при повороте вала на угол α , м;

t - время, с;

α - угол наклона качающейся шайбы, град;

ξ - угол отклонения прутков от направления движения, град;

l - длина прутков, м: $l = (R - T) / 2 \operatorname{tg} \xi$;

T - зазор между прутками задней части копателя, м

β - угол наклона шатуна при повороте вала на угол α , град:

$$\beta = \arccos((L - r \cdot \cos \alpha) / \sqrt{(r \cdot \sin \alpha)^2 + (L - r \cdot \cos \alpha)^2}).$$

Период воздействий рабочей части копача на корнеплод находим по формуле:

$$T_{\text{в}} = \frac{2\pi}{\omega_{\text{п}}}, \quad (6)$$

где $\omega_{\text{п}}$ - угловая скорость вала узла вибрации, с^{-1} ;

Количество воздействий рабочей части копача на корнеплод, за время его нахождения в рабочем русле будет равен:

$$n = \frac{t_{\text{п}}}{T_{\text{в}}}, \quad (7)$$

где $t_{\text{п}}$ - время нахождения корнеплода в русле копача, с.

Для определения основных кинематических показателей предлагаемого вибрационного рабочего органа, согласно системы уравнений 2, рассмотрим изменение амплитуды воздействия по всей ширине рабочей части копателя (рисунок 4).

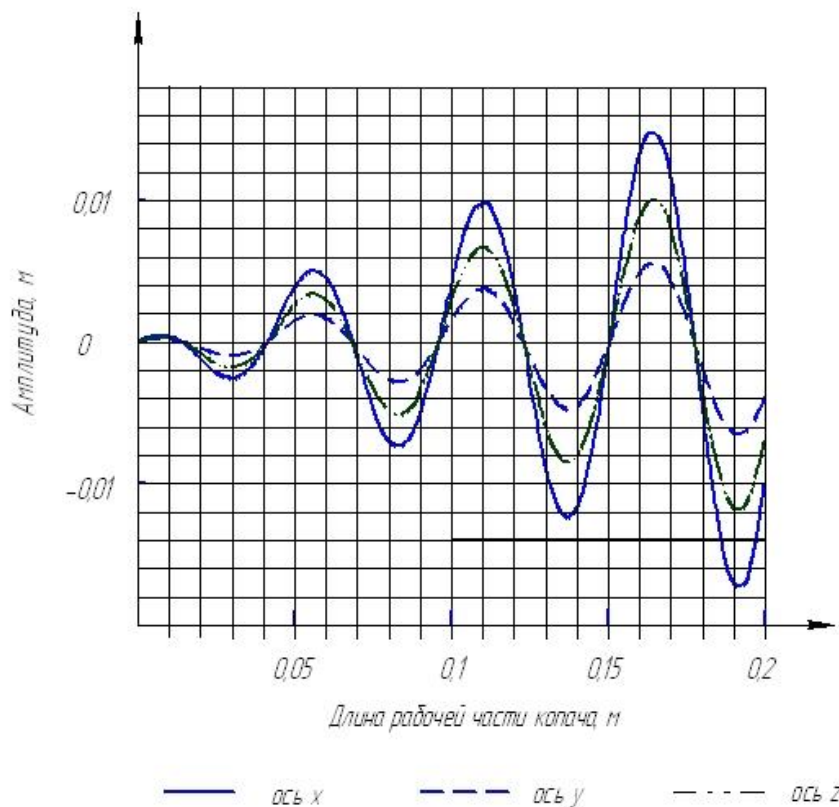


Рисунок 4 - Увеличение интенсивности воздействия на корнеплод при прохождении его сквозь русло копателя

Из рисунка видно, что амплитуда рабочего органа во всех трех плоскостях увеличивается по мере изменения длины рабочей части копача, что способствует постепенному расшатыванию корнеплода, предотвращая обламывания его хвостовой части. Благодаря тому, что амплитуда в передней части копача стремится к нулю, можно уменьшить расстояние между рыхлительными лапами и корнеплодом. Эти параметры позволяют уменьшить объем сепарирующейся почвы, а, следовательно, и тяговое сопротивление агрегата.

Результаты исследований, приведенные в научной статье, были получены в рамках реализации проекта №41-МУ-19 (02) областного конкурса «Гранты для поддержки прикладных исследований молодых учёных 2019 года»

Список литературы

1. Брей В.В. Исследование и разработка процесса извлечения из почвы корней сахарной свёклы. [Текст]/ В.В. Брей Автореф. дисс. канд. техн. наук 05.06.01.- Киев, 1972.-31с.
2. Дробышев И.А. Повышение эффективности использования свеклокопателя путем разработки лемешного вибрационного копача. [Текст]/И.А. Дробышев Автореф. дисс. канд. техн. наук 05.20.01.,05.20.03- Мичуринск, 2005.-28с.
3. Эрдеди А.А. Теоретическая механика. Сопротивление материалов [Текст] / А.А. Эрдеди, Н.А. Эрдеди, 2007г.
4. Колдин М.С., Миронов В.В., Манаенков К.А. Исследование параметров устройства выгрузки вертикальных компостирующих установок //Вестник сельского развития и социальной политики. 2017. № 2 (14). С. 24-30.

DIGGER OF ROOT CROPS, VIBRATING

Abrosimov Alexander Gennadievich

candidate of technical Sciences, associate Professor

AlexAbr84@bk.ru

Soloviev Sergey Vladimirovich

doctor of agricultural Sciences, Professor

sergsol6800@yandex.ru

Drobyshev Igor Anatolyevich

candidate of technical Sciences, associate Professor

drobyshev1968@bk.ru

Alekhin Alexey Viktorovich

candidate of technical Sciences, associate Professor

alekhinal@bk.ru

Dyachkov Sergey Vladimirovich

candidate of technical Sciences, associate Professor

alfred_8113@mail.ru

Bakharev Aleksey Alexandrovich

candidate of technical Sciences, associate Professor

bakharevalex@mail.ru

Michurinsk State Agrarian University,
Michurinsk, Russia

Abstract: This article presents the design and some kinematic parameters of the vibration digger of root crops, which allows to minimize damage to root crops when they are extracted from the soil.

Key words: roots, damages, working surfaces, amplitude, frequency.