

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОЧИСТИТЕЛЯ ГОЛОВОК КОРНЕПЛОДОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

THE THEORETICAL STUDY OF THE CLEANER OF SUGAR BEET ROOTS HEADS

¹ Валерий В. Адамчук, ¹ Андрей Н. Борис, ² Владимир М. Булгаков,
³ Николай М. Борис

¹Национальный научный центр “Институт механизации и электрификации
сельского хозяйства“

сmt. Глеваха, Киевская обл. - 08631, Украина

²Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины
Киев - 03041, Украина

³Подольский государственный агротехнический университет,
Каменец-Подольский - 32316, Украина

Email: aborys@ukr.net, mechanics@nauu.kiev.ua, imesg@rambler.ru

Установлена технологическая несовместимость в процессе уборки сахарной свеклы. Отделение ботвы путем копирного среза с последующей доочисткой остатков возможно на скорости не более 1,5 м/с, тогда как корнеуборочные машины работают на скоростях в 1,2 ... 1,5 раза выше.

При бескопирном срезе ботвы сахарной свеклы рабочая скорость составляет более 1,5 м/с, однако потери сахароносной массы превышают агротехнические требования вдвое из-за необоснованной высоты среза относительно поверхности почвы.

Составлено дифференциальное уравнение движения дугообразного копира по головке корнеплода сахарной свеклы, которое является главным уравнением функционирования очистителя головок корнеплодов. Определены составляющие дифференциального уравнения и получена зависимость связи нормальной реакции от конструктивных параметров очистителя головок корнеплодов. Это, в свою очередь, позволило получить условия невыбивания головок корнеплодов и обосновать рациональные значения конструктивных параметров и режимов работы очистителя головок корнеплодов.

Корнеплод, головка корнеплода, ботва, очиститель, рабочий элемент, копир, нормальная реакция, отделитель ботвы.

Введение

Существует несовместимость между операциями сбора и выкапывания сахарной свеклы по рабочим скоростям при соблюдении требований стандарта к качеству сырья (отходы сахароносной массы при срезе – не более 2%, а

остатки ботвы на корнеплодах – не более 1,5%): отделение ботвы путем копирного среза с последующей доочисткой остатков возможно на скорости не более 1,5 м/с, тогда как корнеуборочные машины работают на скоростях в 1,2 ... 1,5 раза выше. Однако на повышенных режимах работы очистителя возникают динамические усилия, вызывающие повреждение и выбивание головок корнеплодов [1,3].

Известен способ отделения ботвы на рабочих скоростях около 2 м/с с использованием бескопирного среза основной массы ботвы и последующим пассивным дообрезанием головок корнеплодов с остатками ботвы, но при этом потери сахароносной массы превышают требования стандарта и могут достигать 8% [1,3, 6].

В настоящее время разработаны рабочие органы очистителя для бескопирного отделения основной массы ботвы, которые могут работать на более высоких скоростях, чем скорости процесса выкапывания корнеплодов, но при этом отсутствует обоснование высоты бескопирного среза и конструкции рабочих органов для отделения остатков ботвы на рабочих скоростях более 1,5 м/с [1,3,6].

Преодоление этих противоречий путем научного обоснования процесса бескопирного среза ботвы при минимальных отходах сахароносной массы и разработка новых технических решений повысят качество отделения остатков ботвы на скоростях, близких к рабочим скоростям корнеуборочных рабочих органов, что является актуальной научной и производственной задачей.

Процесс взаимодействия рабочего органа с головками корнеплодов циклический, и поэтому значение нормальной реакции в контакте с головкой корнеплода непостоянное и имеет пульсирующий характер. Необходимо исследовать его изменение и оценить пиковые нагрузки на головку корнеплода с целью недопущения предельных значений повреждений и выбиваний головок корнеплодов.

Цель исследования

Определение зависимости силы нормальной реакции от конструктивно-технологических параметров очистителя головок корнеплода.

Объект и методика исследования

Объектом данного исследования является процесс отделения остатков ботвы от корнеплодов сахарной свеклы очистителем головок корнеплодов.

Для проведения исследований использованы основные положения теоретической механики и сопротивления материалов, а также предыдущие исследования физико-механических свойств корнеплодов сахарной свеклы.

Необходимым условием функционирования рабочего органа и, соответственно, стабильности выполнения технологического процесса является

d, e – плечи сил нормальной реакции и трения действия копира на очистной элемент относительно оси подвеса очистного элемента.

Путем подставления значений полученных составляющих выражений в уравнение (1) определена сила нормальной реакции, действующая в контакте корнеплода с копиром

$$N_k = \frac{1}{a + f_t b} \left[\frac{J_e \cdot V^2 \cdot R^2}{R^1 \left(R^2 - \left(V_t - \sqrt{2Rh - h^2} \right)^2 \right)^{2/3}} + G \cdot c - \frac{d_1 + f p_1}{d + f \cdot e} \left(m \omega^2 r l \cdot \sin x - J \ddot{\alpha} \right) \right] \quad (2)$$

Результаты исследования

При движении копира по головке корнеплода возможно выбивание из почвы и повреждение корнеплода. Условие невыбивания корнеплода является:

$$N_e \leq [N_e] = \frac{[P_A]}{\sin \alpha_1 + f \cos \alpha_1}, \quad (3)$$

где $[P_A]$ – предельная горизонтальная составляющая устойчивости корнеплода в почве;

α_1 – угол между осью Oy и силой N_k ; для расчетов принимается $\alpha_1 = 38^\circ$, что соответствует началу контакта копира с корнеплодом высотой $h=80$ мм. При $[P_A]=200$ Н допустимое значение нормальной реакции $[N_k] = 172$ Н [5].

Условие повреждения корнеплода – минимальное значение силы, при которой разрушается головка корнеплода, – $[P_k] = 200$ Н [5].

Для полученных зависимостей составлены программы расчета на ПК, и результаты расчетов приведены на рис. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

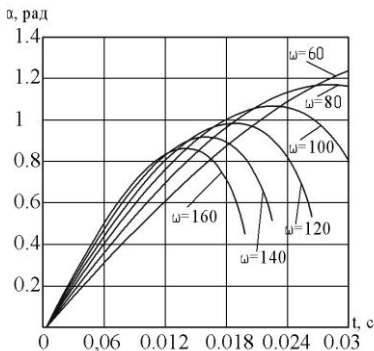


Рис. 2 Угол отклонения α очистительного элемента от радиального положения
Fig. 2. The deflection angle α cleaning element of the radial position

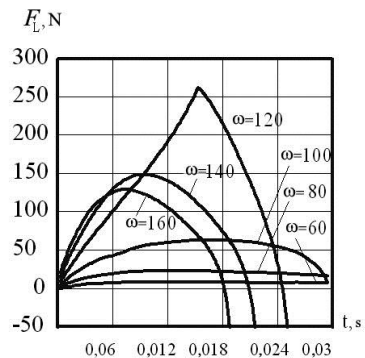


Рис. 3. Сила давления N_L очистительного элемента на копиер
Fig. 2. The pressure force N_L cleaning member for copier

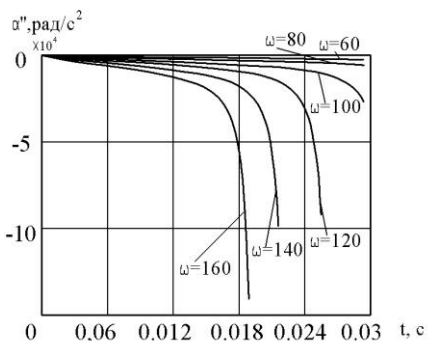


Рис. 4. Угловое ускорение очистительного элемента

Fig. 4. The angular acceleration of the cleaning member

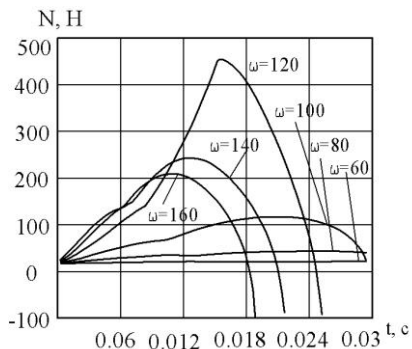


Рис. 5. Сила давления N копира очистителя на корнеплод при различных угловых скоростях

Fig. 5. The pressure force N copier cleaner on a root vegetable at different angular velocities

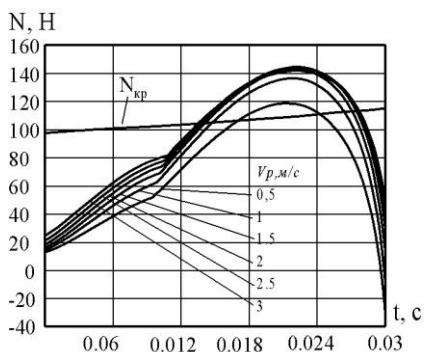


Рис. 6. Сила давления копира очистителя N_{kp} на корнеплод при угловой скорости $\omega = 100 \text{ с}^{-1}$ и различных поступательных скоростях

Fig. 6. The pressure force on the copier cleaner N_{kp} root vegetable with angular velocity $\omega = 100 \text{ с}^{-1}$ and different translational velocities

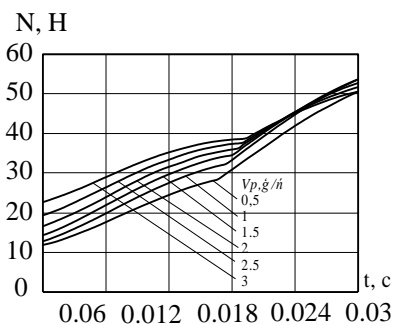


Рис. 7. Сила давления копира очистителя на корнеплод при угловой скорости $\omega = 60 \text{ с}^{-1}$ и различных поступательных скоростях

Fig. 7. The pressure force copier cleaner on a root vegetable with angular velocity $\omega = 60 \text{ с}^{-1}$ and different translational velocities

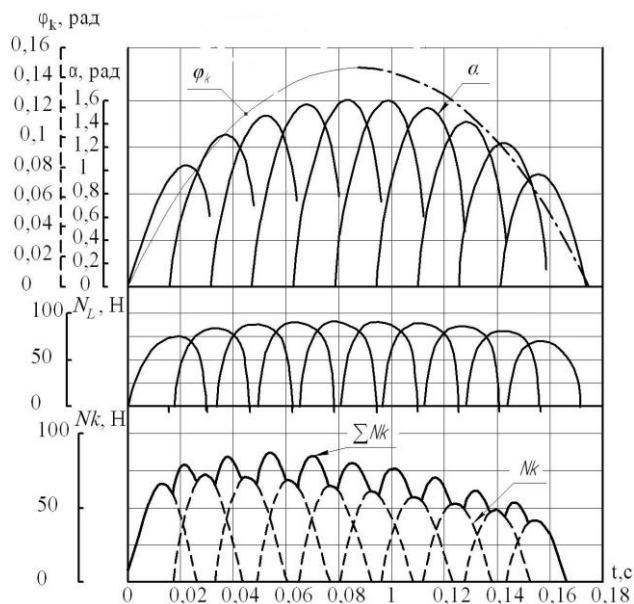


Рис. 8. График угла поворота очистительного элемента и нормальной реакции при поступательной скорости машины $V_n = 2$ м/с и угловой скорости ротора $\omega = 100$ с⁻¹.

Fig. 8. Figure angle cleaner element and the normal reaction at the translational speed of the machine $V_n = 2$ m/s and the rotor angular velocity $\omega = 100$ s⁻¹.

Выводы

При поступательной скорости $V_n = 1 \dots 3$ м/с, угловой скорости ротора $\omega = 90 \dots 105$ с⁻¹, количестве очистных элементов $z = 4-6$ и диаметре ротора очистителя $D = 0,55 \dots 0,65$ м обеспечивается рациональная сила нормальной реакции в контакте копир-корнеплод – $N_k = 60 \dots 100$ Н.

Список литературы

1. Булгаков, В. М. 2005. Теория свеклоуборочных машин. Монография / В. Булгаков. Киев: Издательский центр НАУ, 245 с.
2. Гуляев, В. 1989. Колебания систем твердых и деформируемых тел при сложном движении / В. И. Гуляев, П. П. Лизунов. К.: Высш. школа. 197 с.
3. Погорельый, Л. В. 2004. Свеклоуборочные машины: история, конструкция, теория, прогноз / Л. В. Погорельый, Н. В. Татьянко. К.: Феникс. 232 с.
4. Тарг, С. М. 1986. Краткий курс теоретической механики: учебн. [Для высш. технич. заведений] / С. М. Тарг. М.: Высш. Школа. 416 с.
5. Хелемендик, Н. М. 1986. Повышение механико-технологической эффективности трудоемких процессов в свекловодстве: автореферат диссертации на соискание науч. степени докт. техн. наук: спец. 05.20.01 "Механизация сельскохозяйственного производства" / Н. М. Хелемендик. Тернополь: ТПИ, 48 с.

6. ВИСХОМ. Физико-механические свойства растений, почв и удобрений: методы исследования, приборы, характеристики. М.: Колос, 1970. 417 с.

Valerii Adamchuk, Andrej Borys, Vladymyr Bulgakov, Nikolay Borys

THE THEORETICAL STUDY OF THE CLEANER OF SUGAR BEET ROOTS HEADS

The technological incapability during the harvesting of sugar beets is established. Separation of beet tops by copying cut with following purification from rest possible at a speed of 1.5 m/s, while the root crop machinery operates at a speed of 1.2 ... 1.5 times higher. Established that cut without copying tops sugar beet operating speed exceeds more 1,5 m/s, but the weight loss exceed agronomic requirements twice through unjustified cutting height relative to the ground. Composite differential equation of rotational motion arched copier to head sugar beet, which is the main equation of function cleaner of head roots. The composition of the differential equation is defined and obtained the dependence of the normal reaction due to structural parameters cleaner heads roots. This in turn made it possible to obtain condition not knocking heads roots and based rational values of constructural parameters and operating modes cleaner heads roots.

Keywords: root, root head, beet tops, cleaner, work element, copier, normal reaction, separator of tops.

Valerij Adamčuk, Andrij Boris, Volodymyr Bulgakov, Nikolaj Boris

TEORINĖ CUKRINIŲ RUNKELIŲ ŠAKNIAVAISIŲ GALVUČIŲ VALYTUVO ANALIZĖ

Cukrinių runkelių nuėmimo metu buvo nustatytas technologinis nesuderinamumas. Runkelių lapų atskyrimas kopijuojančio nupjovimo būdu vėliau juos papildomai valant yra galimas važiuojant 1,5 m/s greičiu, o šakniavaisių nuėmimo mašinos dirba 1,2... 1,5 karto didesniu greičiu.

Taikant nekopijuojančio cukrinių runkelių lapų pjovimo būdą darbinis greitis yra didesnis nei 1,5 m/s, tačiau cukraus masės nuostoliai tada dvigubai viršija agrotechninius reikalavimus dėl nepagrįstai didelio nuopjovos aukščio dirvos paviršiaus atžvilgiu.

Sudaryta diferencialinė lanko formos kopijuotuvo judėjimo cukrinio runkelio šakniavaisio galvute lygtis, kuri laikoma pagrindine šakniavaisių valytuvo funkcinė lygtimi. Nustatytos atskiros diferencialinės lygties dedamosios ir gauta ryšio tarp normalinės reakcijos jėgos ir konstrukcinių šakniavaisių galvučių valytuvo parametrų priklausomybė. Tai sudarė galimybę numatyti sąlygas, kuomet nenumušamos šakniavaisių galvutės, ir pagrįsti racionalias konstrukcinių parametrų ir šakniavaisių valytuvo darbo režimų reikšmes.

Šakniavaisis, šakniavaisio galvutė, valytuvas, darbinis elementas, kopijuojanti dalis, normalinė reakcijos jėga.