УДК 631.356.46

МЕХАНИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ВЕЛИЧИНЫ ЗАГРУЗКИ СЕПАРИРУЮЩЕГО ЭЛЕВАТОРА

Г.Н. Портянко,
доцент каф. сельскохозяйственных машин БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

Н.П. Гурнович,
доцент каф. сельскохозяйственных машин БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

Г.А. Радишевский,
доцент каф. сельскохозяйственных машин БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

М.Н. Гурнович,
ст. преподаватель каф. сельскохозяйственных машин БГАТУ

Е.Г. Гронская,
ассистент каф. сельскохозяйственных машин БГАТУ

Ю.Н. Рогальская,
студентка БГАТУ

В статье рассмотрен вариант применения конструкции механического устройства, контролирующего величину загрузки элеватора, работающего в сочетании с пассивными и активными встряхивателями для сепарации почвы в картофелеуборочном комбайне ПКК-2-02.

Ключевые слова: комбайн, сепарация почвы, контроль величины загрузки элеватора.

The article deals with the application option of the mechanical device design controlling the load magnitude of the elevator operating in combination with passive and active shakers for soil separation in the potato harvester PKK-2-02.

Keywords: combine harvester, soil separation, controlling the elevator load magnitude.

Введение

Почва, поступающая на сепарирующие рабочие органы картофелеуборочных машин, может быть в виде мелких частиц, комков, близких по размерам к клубням, крупных глыб или тестообразной пластичной массы. Для отделения клубней от столь разнообразных по размеру и свойствам элементов, в ходе развития картофелеуборочной техники опробовано и испытано несколько десятков типов сепарирующих рабочих органов, основанных на различных принципах действия [1].

Так, например, в картофелеуборочном комбайне ПКК-2-02 процесс сепарации протекает удовлетворительно только на легких и средних почвах. При уборке же картофеля на тяжелых почвах, особенно с повышенной и пониженной влажностью, его сепарирующие органы работают неэффективно.

Цель настоящей работы – проанализировать сепарирующую способность данного картофелеуборочного комбайна и разработать механическое устройство для контроля величины загрузки сепарирующего элеватора.

Основная часть

Трудность осуществления процесса сепарации обуславливается рядом факторов, основными из которых являются:

– незначительное содержание клубней в подкапываемой массе (не более 3…5 %);

– крайняя восприимчивость клубней к механическим воздействиям;

– неблагоприятные для сепарации физико-механические свойства почвы (комковатость, липкость, пластичность, резкая изменчивость свойств почвы в зависимости от влажности, наличие в почве камней, корневищ, сорняков и других посторонних примесей).

В настоящее время на картофелеуборочных машинах ПКК-2-02 ПО «Гомсельмаш» основными рабочими органами для сепарации почвы являются прутковые элеваторы и наклонные пальчиковые горки.

Первый элеватор 2 (рис. 1) представляет собой наклонный транспортер пруткового типа, у которого каждый второй пруток обрезинен. Прутки закреплены заклепками на трех ремнях с высокими выступами с шагом 44 мм. Производительность сепарации выкопанной картофельной массы повышается благодаря встряхивателям 3, 5 и большой площади сепарации элеватора.

Регулируемый пассивный встряхиватель 3 имеет три варианта установки на отверстиях 4:

1) крайнее правое – полное отключение встряхивателя при работе комбайна на легких почвах;

2) крайнее левое – максимальное встряхивание при работе комбайна на тяжелых почвах;

Репозиторий БГАТУ

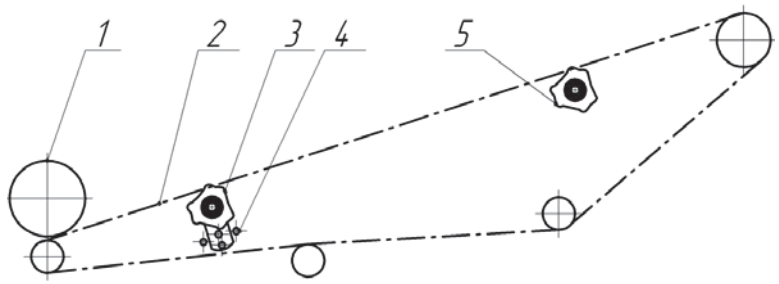

Рисунок 1. Первый сепарирующий элеватор комбайна ПКК-2-02: 1 – каток ботвозатягивающий; 2 – элеватор; 3 – регулируемый пассивный встряхиватель; 4 – отверстия для регулировки амплитуды колебаний; 5 – нерегулируемый пассивный встряхиватель

3) промежуточное – среднее встряхивание при работе комбайна на средних почвах.

К достоинствам этого встряхивателя следует отнести то, что он позволяет осуществлять колебания рабочей ветви элеватора в непосредственной близости от подкапывающего лемеха без подвода к нему привода, а также он позволяет регулировать амплитуду колебаний путем изменения наклона передних трехкулачковых звездочек за счет фиксации кронштейнов в отверстиях для регулировки 4.

Недостатком встряхивателя является то, что при работе машины на различных по механическому составу почвах, особенно на средних и тяжелых суглинках, наблюдается недостаточная сепарация, что приводит к перегрузке машины, поскольку в ее конструкции отсутствует устройство, контролирующее величину загрузки элеватора.

В БГАТУ для комбайна ПКК-2-02 разработана конструкция механического устройства контролирующего величину загрузки сепарирующего элеватора, работающего в сочетании с пассивными и активным встряхивателями (рис. 2), которое исключает его перегрузку. Устанавливается оно в середине рабочей ветви элеватора.

Конструкция устройства контроля величины загрузки элеватора 6 включает в себя шарнирно закрепленную к раме машины рамку в нижней части, к которой приварены кронштейны, в которые вставлены оси трех цилиндрических роликов, поддерживающих каждый ремень элеватора на заданной двумя пружинами растяжения высоте, и активного встряхивателя 7.

Процесс работы устройства протекает следующим образом. Пассивный лемех 1 подкапывает две картофельные грядки и передает подкопанный ворох на активный трехгранный битер 2, который крошит его и передает на основной сепарирующий элеватор 4. Если машина работает на легких почвах, то на элеваторе производится щадящая сепарация почвы. При этом трехкулачковые пассивные ролики 5 и 8 встряхивают полотно элеватора 4.

В случае, если машина работает на средних или тяжелых по механическому составу почвах и сепарирующей способности элеватора недостаточно, т. е. вороха на элеваторе больше допустимого значения, то пружины регулятора загрузки растягиваются и поддерживающие элеватор ролики 6 опускаются. При этом опускается и полотно элеватора 4, вступая в контакт с роликами активного встряхивателя 7. Механизм активного встряхивателя осуществляет колебания полотна 4 посредством трех пар роликов 7, закрепленных на концах двуплечих рычагов и приводимых в действие шатуном 9 от кривошипа. Для возможности регулирования амплитуды колебаний, кривошип выполнен в виде составных частей из диска 10 с отверстиями 12 и эксцентриковой планки 11. Этот механизм позволяет регулировать частоту и амплитуду колебаний путем изменения радиуса кривошипа, обеспечивая более эффективную сепарацию.

Величину усилия растяжения пружин необходимо регулировать винтовыми растяжками так, чтобы интенсивность сепарации элеватора составляла 50…55 кг/(м^{2}с) при допустимом воздействии на почву и клубни, без повреждения последних [1].

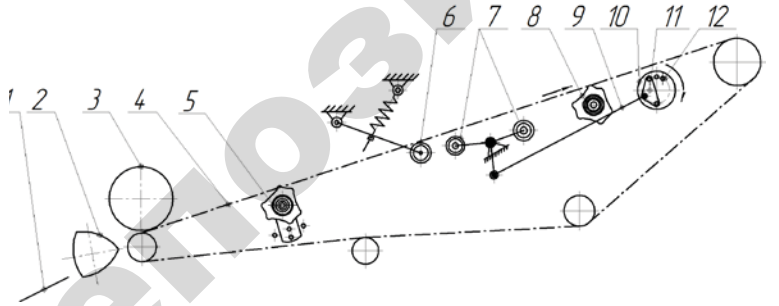

Рисунок 2. Схема установки встряхивателей и устройства контролирующего величину загрузки сепарирующего элеватора: 1 – лемех; 2 – битер; 3 – каток ботвозатягивающий; 4 – элеватор; 5 – регулируемый пассивный встряхиватель; 6 – устройство контроля величины загрузки элеватора (регулятор высоты элеватора); 7 – активный регулируемый встряхиватель; 8 – нерегулируемый пассивный встряхиватель; 9 – шатун; 10 – диск кривошипа; 11 – планка эксцентрика; 12 – отверстия регулировочные

Проведенные расчеты показали, что усилие растяжения пружин при рабочей деформации (соответствует наибольшему принудительному перемещению подвижного звена в механизме) составляет P_2=6000 Н. Усилие растяжения пружин при максимальной деформации P_3=6667 Н, а их жесткость z=8,3 Н/мм, что по сортаменту соответствует пружине № 219 ГОСТ 13766-68.

Кинематические параметры активного встряхивателя определяли с учетом того, что клубни не должны повреждаться прутками элеватора и твердыми примесями, находящимися в ворохе при ударе элеватора роликами встряхивателя. Скорость падения ограничивалась критической скоростью соударения V_{KP} =2,2 м/с (рис. 3). При

Репозиторий БГАТУ

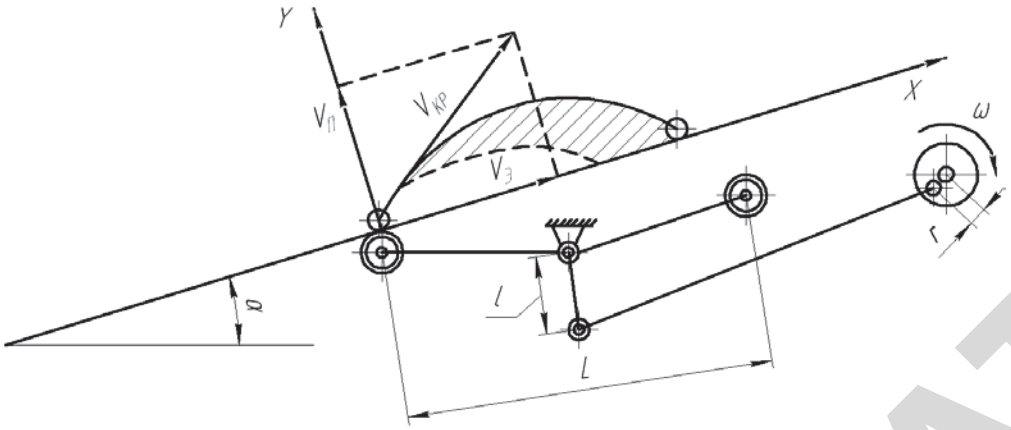

Рисунок 3. Схема к определению кинематических параметров встряхивателя

отсутствии проскальзывания начальная скорость полета частицы является геометрической суммой касательной составляющей скорости, равной скорости полотна элеватора $V_Э$ и нормальной составляющей скорости. Нормальную составляющую начальной скорости полета $V_П$ определяли по выражению:

$$V_П = \sqrt{V_{КР}^2 - V_Э^2},$$

где – $V_Э$ скорость полотна элеватора комбайна ПКК-2-02, $V_Э$ = 1,54 м/с.

Дальность полета частицы в зависимости от нормальной составляющей начальной скорости полета $V_П$, скорости полотна элеватора $V_Э$ и угла наклона элеватора α определяли по выражению:

$$L = 2 \cdot V_П \cdot (V_Э - V_П \cdot tg\alpha) / (g \cdot \cos\alpha),$$

где α – угол наклона полотна элеватора к горизонту, $\alpha = 17^o$;

g – ускорение свободного падения, g = 9,81 м/с^2.

Радиус кривошипа, обеспечивающий длину L полета частицы – по формуле:

$$r = 15 \cdot gL / (k \cdot \pi \cdot n \cdot 60 \cdot V_Э),$$

где k – коэффициент, учитывающий свободные колебания полотна элеватора, k =2,0…2,5 [1];

n – частота вращения вала встряхивателя, n = 1,98 с$^{-1}$.

Для интенсификации сепарации почвы необходимо обеспечить такой режим, при котором подброшенная первым роликом частица упала бы на полотно в зоне второго ролика в момент его подъема вверх и вторично оторвалась от него. Для этого необходимо учитывать следующие требования:

1) дальность полета частицы должна быть равна или несколько меньше длины двуплечего рычага L;

2) время полета должно быть равно или несколько меньше времени полуоборота вала встряхивателя, которое определяется по формуле:

$$t = \frac{2 \cdot V_П (V_Э - V_П \sin\alpha \cdot \cos\alpha - V_П \sin^2\alpha \cdot tg\alpha)}{g \cdot (V_Э \cdot \cos\alpha - V_П \cdot \sin\alpha)}.$$

Для определения длины коромысла встряхивателя воспользовались выражением для определения нормальной составляющей начальной скорости полета $V_П$

$$V_П = 60 \cdot \omega \cdot r \cdot \lambda,$$

где ω – угловая скорость эксцентрикового вала, ω = 0,21 с$^{-1}$;

$\lambda = l / r$ – отношение плеча коромысла к радиусу кривошипа.

Тогда

$$\lambda = V_П / 60 \cdot \omega \cdot r, \text{ а } l = \lambda \cdot r.$$

Заключение

Приведенные математические зависимости при заданных начальных условиях позволяют определить параметры активного встряхивателя, работающего без повреждения клубней. В частности, в данном случае, при скорости полотна элеватора $V_Э$ = 1,54 м/с и принятых одинаковых значениях частоты вращения ведущего вала элеватора и эксцентрикового вала активного встряхивателя n=1,98 с$^{-1}$, в результате расчетов получены следующие значения:

– радиуса эксцентриситета r=0,038 м;

– дальности полета частиц L=0,37 м;

– времени полуоборота эксцентрикового вала t=0,36 с;

– отношение плеча коромысла к радиусу кривошипа;

– длины коромысла l = 0,126 м.

При этом длина рычагов, на которых устанавливаются ролики активного встряхивателя, принята равной по 0,2 м.

Применение предлагаемого устройства позволит увеличить сепарирующую способность машины, без повреждения клубней картофеля, при работе на различных по механическому составу типах почв, а это приведет к увеличению ее пропускной способности, т.е. рабочей скорости, а значит и производительности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петров, Г.Д. Картофелеуборочные машины / Г.Д. Петров. – М.: Машиностроение, 1984. – 384 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 05.05.2017

Репозиторий БГАТУ