

УДК 631.356.46

АКТИВНАЯ БОТВОВЫДЕЛЯЮЩАЯ РЕШЕТКА К КАРТОФЕЛЕКОПАТЕЛЮ КСТ-1,4М

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

В статье рассмотрен вариант применения конструкции активной ботвовыделяющей решетки, установленной над рабочей ветвью второго сепарирующего элеватора картофелекопателя КСТ-1,4М, для улучшения сепарации почвы и фракционной укладки вороха на выкопанное поле.

Ключевые слова: картофелекопатель, сепарация почвы, ботвовыделяющая решетка.

The application of the active potato topping grate design installed over the working branch of the second separating elevator of potato digger KST-1,4M for improvement of soil separation and fractional packing of a heap on the ploughed land is considered.

Keywords: potato digger, soil separation, potato topping grate.

Введение

Исследованию сепарирующих рабочих органов картофелеуборочных машин посвящены работы многих авторов. Установлено, что при оптимальных режимах и условиях работы элеваторы картофелекопателей обеспечивают сепарацию почвы на 70...80 %, а это приводит к присыпанию клубней и части урожая. При эксплуатации картофелеуборочных машин на полях с неубранной (или плохо убранной) ботвой, наличием отмерших сорняков и их корневищ, повышенной твердости и влажности почвы, сепарирующая способность элеваторов снижается, и потери урожая возрастают [1]. Это связано с тем, что элеваторы недостаточно воздействуют на подкопанный пласт по всей толщине и не обеспечивают разрушения почвенных комков, так как растительные остатки перекрывают просветы между прутками, препятствуя сепарации почвы. В этой связи актуальной задачей является повышение эффективности сепарации почвы на элеваторах картофелеуборочной машины за счет выделения растительных остатков в середине технологического процесса с последующей раздельной укладкой компонентов на выкопанное поле.

Основная часть

При механизированной уборке картофеля удаление ботвы и сорняков осуществляется двумя способами:

- предварительным удалением ботвы с поля перед уборкой клубней;
- поэтапное выделение ботвы в уборочных машинах в процессе сепарации почвы.

Анализ использования существующих рабочих органов машин для предварительного удаления ботвы

показал, что они способствуют повышению сепарации почвы, однако полностью ботва с поля не удаляется, остается 30...35 %. Картофелеуборочная машина должна обеспечивать надежность технологического процесса уборки, как на полях с предварительно убранной, так и неубранной ботвой. В последнем случае в двухрядную машину поступает 20 и более тонн ботвы и растительных остатков с гектара, причем часть подкопанных клубней соединена столонами с ботвой, и для их отрыва в машине должны быть предусмотрены специальные устройства.

Используемые в настоящее время в Республике Беларусь картофелекопатели КСТ-1,4М не оборудованы ботвовыводящими устройствами, что затрудняет их использование на полях, засоренных растительными остатками. С целью устранения этого недостатка, для копателя КСТ-1,4М (рис. 1), состоящего из несущей рамы 1, копирующего 2 и ходовых колес 6, пассивных лемехов 3, активного трехгранного битера 4, первого 5 и второго 8 сепарирующих элеваторов, сужающих решеток 9, в Белорусском государственном аграрном техническом университете разработана активная ботвовыделяющая решетка 7, установленная на высоте 200 мм над рабочей ветвью второго элеватора.

Рабочая поверхность решетки (рис. 2) состоит из двух поперечин 1 и 2, шарнирно установленных на разборных коленчатых валах 3 и 4 с радиусами кривошипов $r = 100$ мм, которые установлены на раме машины с помощью подшипниковых опор 5. Угол наклона решетки соответствует углу наклона рабочей поверхности второго сепарирующего элеватора. Передняя часть решетки находится в зоне перепада картофельного вороха с первого на второй элеватор и закреплена на поперечине 1.

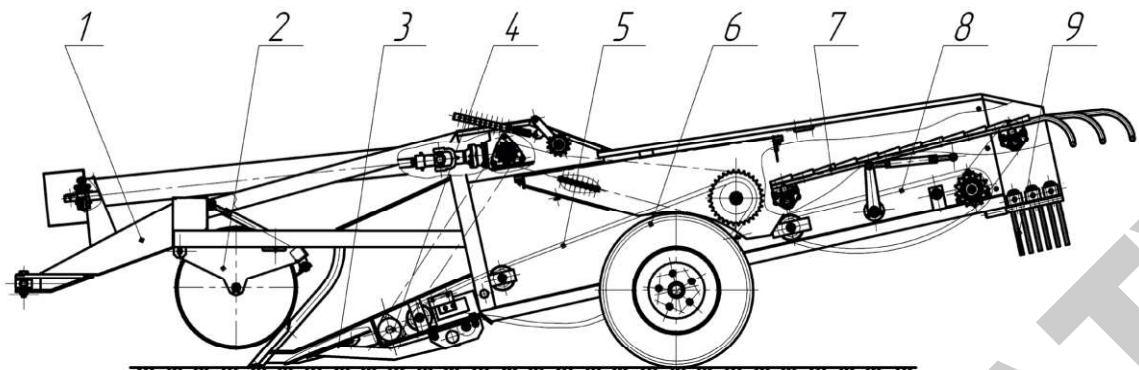


Рис. 1. Картофелекопатель КСТ-1,4М с ботвовыделяющей решеткой:
1 – рама; 2 – колеса копирующие; 3 – лемех пассивный; 4 – битер трехгранный;
5 – элеватор первый; 6 – колеса ходовые; 7 – активная ботвовыделяющая
решетка; 8 – элеватор второй; 9 – решетка сужающая

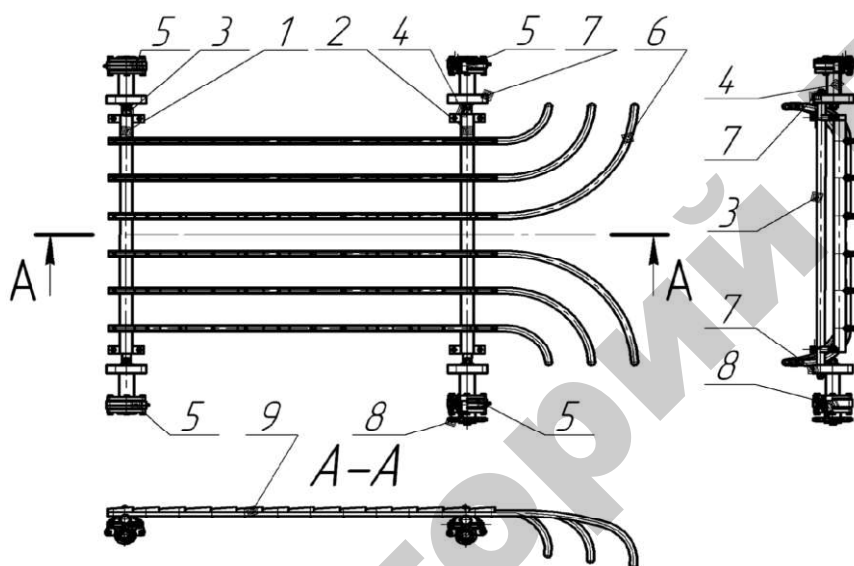


Рис. 2. Рабочая поверхность активной ботвовыделяющей решетки:
1 – поперечина передняя; 2 – поперечина задняя; 3 – вал коленчатый передний;
4 – вал коленчатый задний; 5 – опора подшипниковая; 6 – прутки решетки;
7 – кривошип сменный; 8 – звездочка; 9 – ботвозацеп

Задняя поперечина решетки 2 расположена в зоне ведущего вала второго сепарирующего элеватора, а ее кривошип (коленчатый вал) приводится цепной передачей от дополнительной звездочки Z_1 , установленной на валу элеватора с левой стороны копателя.

Поперечины имеют прорези для установки в них параллельных трех пар, изогнутых в конце прутков решетки 6, изготовленных из трубы 30х3 мм.

Расстояние между осями соседних прутков составляет 180 мм.

Прутки задней части решетки после сужающих щитков изогнуты попарно в правую и левую стороны по радиусам 170 мм, 340 мм, 510 мм и наклонены вниз под углом, соответственно, 10, 28 и 48° к вертикали.

При работе картофелекопателя на тяжелых по механическому составу почвах, сильно засоренных ботвой и растительными остатками, секционный пассивный лемех подкапывает два рядка картофеля, би-

тер разрушает подкопанный пласт и передает его на первый сепарирующий элеватор. За счет движения и колебания рабочей поверхности на нем происходит разрушение комков и частичное отделение почвы. При ходе с первого сепарирующего элеватора оставшийся ворох поступает на активную ботвовыделяющую решетку. Клубни картофеля и мелкий ворох проходят в просветы между прутками решетки и поступают на рабочую поверхность второго сепарирующего элеватора, находящуюся под решеткой, где происходит окончательное отделение почвы, а ботва и крупные примеси застревают на прутках решетки, и за счет колебаний перемещаются в зону за сужающими решет-

ками. Далее вся масса ботвы, находящаяся на прутках, делится на два потока и укладывается в борозды за ходовыми колесами машины.

Поток из клубней и других мелких примесей, находящийся на втором элеваторе, быстрее им сепарируется вследствие того, что в нем нет ботвы и других крупных примесей, перекрывающих просветы между прутками, что позволяет увеличить рабочую скорость машины. Сходящий со второго элеватора ворох прутками сужающих решеток укладывается на выкопанное поле сзади машины. Ширина уложенного вала, для удобства работы рабочих-подборщиков, согласно агротехническим требованиям, не должна превышать 0,7 м [1]. При этом в процессе подбора картофеля рабочими нет необходимости сбрасывать в сторону отделенную решеткой ботву, что повысит производительность труда.

Производительность ботвовыделяющей решетки должна быть больше или равна подаче ботвы и растительных примесей (вороха) в машину [1]:

$$W_B = 0,278 \cdot W_M \cdot Q_B, \quad (1)$$

где 0,278 – переводной коэффициент;

W_M – максимальная производительность уборочной машины, $W_M = 0,56$ га/ч [2];

Q_B – урожайность ботвы и сорняков на поле в период уборки, $Q_B = 20$ т/га [2].

$$W_B = 0,278 \cdot 0,56 \cdot 20 = 3,1 \text{ кг/с}.$$

Каждая точка решетки совершает движение по окружности радиуса коленчатых валов r . Кинематика решетки характеризуется показателем кинематического режима k – отношением центростремительного ускорения $r\omega^2$ к ускорению свободного падения g [3].

$$k = \frac{r \cdot \omega^2}{g}. \quad (2)$$

От значения этого показателя зависит характер и скорость движения вороха на решетке, а, следовательно, и качество его работы. Обычно он принимается в диапазоне $k = 1,5 \dots 2,2$ [3].

Скорость перемещения ботвы по решетке взаимосвязана со скоростью подачи на нее разделяемого вороха и должна быть больше или равна скорости основного сепарирующего элеватора $V_B \geq V_{с1} = 2,0$ м/с.

Путь, пройденный ботвой по решетке за одно подбрасывание

$$S = \frac{\pi \cdot r \cdot \cos \alpha}{k}, \quad (3)$$

где α – угол наклона ботвовыделяющей решетки к горизонту, $\alpha = 17^\circ$;

k – показатель кинематического режима, принимаем $k = 1,7$.

$$S = \frac{3,14 \cdot 0,1 \cdot \cos 17}{1,7} = \frac{3,14 \cdot 0,1 \cdot 0,956}{1,7} = 0,18 \text{ м}.$$

Частота вращения ведущего коленчатого вала ботвовыделяющей решетки

$$n = \frac{V_B}{S}, \quad (4)$$

где V_B – скорость перемещения ботвы по решетке, принимаем $V_B = 2,0$ м/с.

$$n = \frac{2,0}{0,18} = 11,1 \text{ с}^{-1}.$$

Передаточное отношение цепной передачи привода ботвовыделяющей решетки

$$i = \frac{n}{n_1}, \quad (5)$$

где n_1 – частота вращения ведущего вала второго элеватора, $n_1 = 4,41$ с⁻¹.

$$i = \frac{11,1}{4,41} = 2,52.$$

С учетом того, что на ведущем коленчатом валу ботвовыделяющей решетки установлена звездочка с числом зубьев $Z_2 = 15$, число зубьев звездочки Z_1 на ведущем валу второго элеватора равно:

$$Z_1 = Z_2 \cdot i = 15 \cdot 2,52 = 38 \text{ зубьев}.$$

Толщина слоя ботвы на решетке

$$h = \frac{W_B \cdot (1 - \delta)}{B \cdot V_B \cdot \gamma}, \quad (6)$$

где W_B – подача ботвы и растительных примесей (вороха), кг/с;

δ – содержание клубней в ворохе, $\delta = 0,3$ кг [1];

B – ширина решетки, $B = 0,9$ м;

γ – объемная масса ботвы, $\gamma = 133$ кг/м³ [1].

$$h = \frac{3,1 \cdot (1 - 0,3)}{0,9 \cdot 2,0 \cdot 133} = 0,009 \text{ м}.$$

Заключение

Максимальная производительность двухрядной картофелеуборочной машины в среднем составляет $W_M = 0,56$ га/ч, при урожайности ботвы и сорняков в период уборки картофеля $Q_B = 20$ т/га. По формуле (1) получено, что секундная подача ботвы составляет $W_B = 3,1$ кг/с при рабочей скорости агрегата $V_p = 1,7$ м/с.

Расчет ботвовыделяющей решетки при принятых значениях показателя кинематического режима $k = 1,7$ и скорости перемещения ботвы по решетке $V_B = 2,0$ м/с по выражениям (3) и (4) показал, что путь, пройденный ботвой по решетке за одно подбрасывание $S = 0,18$ м, а частота вращения ведущего коленчатого вала $n = 11,1$ с⁻¹. По выражению (6) определена толщина слоя ботвы на решетке $h = 0,009$ м, а это значит, что устройство работоспособно и обеспечит работу картофелекопателя на полях с необранной ботвой.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петров, Г.Д. Картофелеуборочные машины / Г.Д. Петров. – М.: Машиностроение, 1984. – 384 с.
2. К вопросу удаления ботвы в картофелеуборочном комбайне. Тракторы, автомобили, мобильные энергетические средства: проблемы и перспективы развития: доклады Междунар. науч.-технич. конф., Минск, 11-14 февраля 2009 г. / Г.Н. Портянко [и др.]; редкол. А.В. Кузьмицкий [и др.]. – Минск, 2009. – 560 с.
3. Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные мелиоративные машины / Н.И. Кленин, В.А. Сакун. – М.: Колос, 1994. – 567 с.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 12.11.2019