

М.: ВНИИА, 2004. - С. 28 -3 3.

10. Максименко, В. П. Применение многофункционального модифицированного удобрения-мелиоранта при возделывании картофеля [Текст] / В. П. Максименко, Ю. А. Мажайский, Ю. С. Попова // Плодородие, 2008. - № 2. - С. 24 – 25. (Скан, Ж-л)

11. Максиемнко В.П. Химическая мелиорация почв с использованием композитного агрохимиката на углеродной структуре / В.П. Максименко, С.Ю. Деев, С.А. Меньшикова // Агрохимический вестник. – 2009. - № 4. – С. 30-31

12. Мелкозеров В.М., Нагорный Л.Д., Олейник В.В., Махновецкий А.Б., Максименко В.П., Мажайский Ю.А., Деев С.Ю., Бородычев В.В., Адьяев С.Б., Чапланова М.П. Вспененное карбамидоформальдегидное удобрение и способ его получения. - Патент РФ № 2230719, С1, 7 С 05 С 9/02 от 04 августа 2003 г. - БИПМ № 17 от 20.06.2004.

13. Постников А.Н. Препараты почвенных бактерий и урожай / А.Н. Постников, А.А. Петров-Спиридонов, О.Г. Кубарева и др. // *Картофель и овощи*.-1998.-№ 2.-с.12.

14. Тунников Г.М. Микроэлементы в окружающей среде и в продуктах питания: Учебное пособие/ Г.М. Тунников, О.А.Захарова, Н.И.Морозова, С.А. Тобратов; под ред. Л.В. Кирейчева. – Рязань.: Бюро рекламы «Мила», 2001. – 255 с.

15. Федотова Л.С. Условия минерального питания, продуктивность и качество картофеля//Агрохимия. 2003. № 2. С.31-36

16. Ягодин Б.А. Агрохимия/ Б.А. Ягодин, П.М. Смирнов, А.В. Петербургский и др. - М.: Агропромиздат, 1989.- 639 с.

**УДК 631.356.46**

**ОТДЕЛИТЕЛЬ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ПРИМЕСЕЙ  
КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНОЙ МАШИНЫ**

***Портянко Г.Н., Гурнович Н.П., Лахмаков В.С., Гриньков С.Г.,  
Гронская Е.Г., Гурнович М.Н.***

*Белорусский государственный аграрный технический университет  
г. Минск, Республика Беларусь*

Keywords: combine, orientation of tubers, cell separator of admixtures

Summary: In article conditions of orientation of tubers of potatoes for pass to cells of a working surface of a separator of large-sized impurity are considered, results of economic check of its work are given.

Изучение состава картофельного вороха в картофелеуборочных комбайнах, работающих на полях, засоренных камнями, показало, что после отделения почвы, 40...60 % от всех примесей, проходящих через машину,

составляют примеси, размеры которых больше размеров крупных клубней. Наличие этих примесей в виде камней, корневищ пырея и др., ухудшает сепарацию почвы на элеваторах, увеличивает повреждаемость клубней, приводит к заклиниванию и поломкам рабочих органов, ухудшает качество работы щеточных камнеотделителей.

Поэтому картофелеуборочный комбайн, предназначенный для работы на полях, засоренных камнями, наряду с остальными рабочими органами должен быть оборудован отделителем крупногабаритных примесей в начале или середине технологического процесса.

Основными требованиями, предъявляемыми к этому рабочему органу, являются:

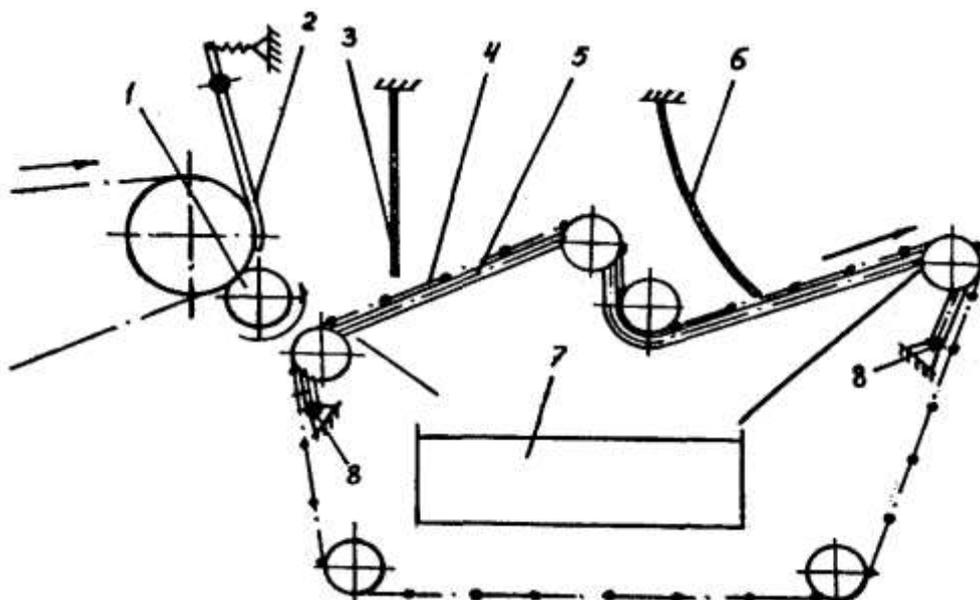
- обеспечение высокой производительности;
- надежность процесса отделения крупных примесей;
- неповреждаемость клубней (скорость соударений не более 2,2 м/с);
- бесступенчатая регулировка размера ячеек;
- невысокая энергоемкость и металлоемкость, обеспечение простоты конструкции и регулировок;
- обеспечение безопасности труда и простоты обслуживания.

Результаты исследований и наблюдений за работой картофелеуборочных комбайнов позволили установить, что в наибольшей мере всем перечисленным требованиям отвечают редкопрутковый и цепочно-планчатый отделители. В обоих случаях в качестве рабочих элементов применены редкопрутковые транспортеры, которые в любом картофелеуборочном комбайне установлены в середине технологической схемы.

Разработанная конструкция отделителя крупногабаритных примесей (рисунок 1) в технологической схеме картофелеуборочной машины устанавливается после сепарирующих элеваторов. Она включает сепарирующий элеватор, ботвоудаляющий валик 1, ботвонаправляющие прутки 2, приемный фартук 3, редкопрутковый транспортер 4, продольную решетку 5, задерживающий фартук 6, транспортирующий орган 7, поперечины решетки 8.

Ботвоудаляющий валик изготавливается из трубы (наружный диаметр 102 мм) с вваренными в нее цапфами под подшипники. Рабочая длина валика равна ширине сепарирующего элеватора. С помощью пружин валик прижимается к нижней ветви элеватора под ведущим валом и имеет обратное направление вращения. Ботвонаправляющие прутки шарнирно закреплены на оси и подпружинены таким образом, что нижние их концы примыкают к полотну элеватора в зоне ведущего вала.

Ячеистая поверхность отделителя образована поперечными пруткам редкопруткового транспортера и установленной под его рабочей ветвью прилегающей к пруткам по контуру продольной решеткой. Продольная решетка состоит из двух поперечин и закрепленных на них продольных прутков, расстояние между которыми и их число определяют размер ячеек.



- 1 – валик ботвоудаляющий; 2 – прутки ботвонаправляющие; 3 – фартук приемный;  
 4 – транспортер редкопрутковый; 5 – решетка продольная; 6 – фартук задерживающий;  
 7 – орган транспортирующий; 8 – поперечины решетки

**Рис. 1. Отделитель крупногабаритных примесей**

Работает отделитель следующим образом. Ботва и другие растительные примеси, находящиеся в поступающем с сепарирующего элеватора ворохе, задерживаются ботвонаправляющими прутками, подаются к ботвоудаляющему валику, защемляются между ним и прутками сепарирующего элеватора и выбрасываются на поверхность поля под машину. Клубни, камни, корневища пырея и другие примеси поступают через просветы между ботвонаправляющими прутками (или отклоняют эти прутки) на приемный фартук, который гасит скорость их движения, а с него на рабочую поверхность отделителя.

По мере продвижения вороха по ячейистой поверхности клубни и соразмерные с ними примеси проваливаются в ячейки и попадают на транспортирующий орган, который подает их на рабочие органы вторичной сепарации. Для исключения потерь клубней, находящихся на поверхности крупных примесей, рабочая ветвь отделителя выполнена с перепадом. В зоне перепада клубни скатываются с поверхности примеси и проходят в свободные ячейки, а примеси, размеры которых больше размеров крупных клубней движутся под задерживающим фартуком, исключая вынос клубней, и выбрасываются на убранное поле позади машины.

Размер ячеек отделителя является одним из основных параметров этого рабочего органа. Он должен обосновываться исходя из необходимости

надежного прохода массы картофельного вороха, исключения потерь крупных клубней и повышения степени отделения крупногабаритных примесей.

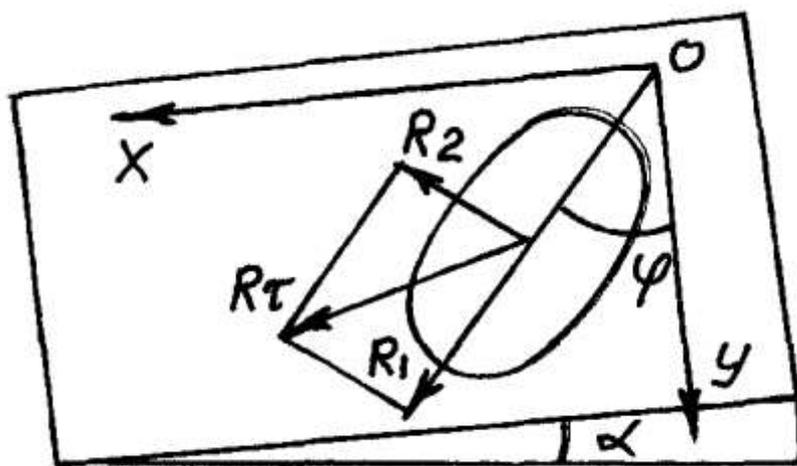
Выбор этого параметра всегда сопровождается двумя противоречиями:

- увеличение размеров ячеек позволяет обеспечить более полный проход клубней (снизить невозвратимые потери), однако при этом проходит больше примесей;

- уменьшение размеров ячеек приводит к повышению степени отделения примесей и увеличению количества крупных клубней, сходящих с рабочей поверхности отделителя.

В связи с тем, что вероятность прохода клубней через просветы ячеек в значительной степени зависит от их ориентации, то представляется целесообразным использовать и этот признак, поскольку при ориентации клубней вдоль ячеек можно повысить производительность отделителя, а при ориентации в поперечном направлении – снизить потери.

Представим рабочую поверхность отделителя как наклонную плоскость (рисунок 2) установленную под углом  $\alpha$  к горизонту, а клубень как эллипсоид вращения, расположенный на наклонной плоскости под произвольным углом  $\varphi$  к оси  $Y$ .



**Рис. 2. Схема расположения клубня на рабочей поверхности отделителя**

Без учета колебаний полотна редкопруткового транспортёра на клубень действуют силы  $R_1 = mg \cdot \sin \alpha \cdot \sin \varphi$  и  $R_2 = mg \cdot \sin \alpha \cdot \cos \varphi$ , которым противостоят силы трения  $F_1 = f_1 \cdot mg \cdot \cos \alpha$  и  $F_2 = f_2 \cdot mg \cdot \cos \alpha$ ,

где:  $f_1 = \operatorname{tg} \rho_1$  и  $f_2 = \operatorname{tg} \rho_2$  соответственно коэффициенты трения скольжения и качения клубня по наклонной плоскости.

Относительные перемещения на наклонной плоскости возможны в случае, если угол  $\alpha$  будет превышать углы трения скольжения  $\rho_1$  или качения  $\rho_2$ .

Результаты исследований показывают, что на величину угла трения качения наибольшее влияние оказывает форма клубня или примеси (влияние поверхности трения незначительно)  $\rho_2 = 10...15^\circ$ . У клубней и примесей с небольшими отклонениями от правильной формы, а также с налипшей почвой значение угла трения качения составляют до  $20^\circ$  [1].

Углы трения скольжения клубней и примесей значительно выше  $\rho_1 = 22...30^\circ$ .

Значения углов наклона рабочих поверхностей отделителя до и после перепада находятся в пределах  $15...22^\circ$ , то есть они больше углов трения качения стандартного клубня и меньше углов трения скольжения. Это приводит к самопроизвольной ориентации клубней, в процессе которой клубень под действием силы  $R_2$  перекачивается вокруг точки  $O$ . В результате угол  $\varphi$  между осью клубня и осью  $Y$  увеличивается до тех пор, пока клубни не расположатся в интервале угла  $\varphi$ .

И так запишем условие прохода клубней в ячейки отделителя для случая, когда ширина ячейки больше длины

$$\frac{\pi}{2} - \arcsin\left(\frac{f_2}{\sin \alpha}\right) \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2}. \quad (1)$$

В случае если ширина ячейки меньше длины, то угол  $\varphi$  находится в интервале

$$\frac{\pi}{2} \leq \varphi \leq \frac{\pi}{2} - \arcsin\left(\frac{f_2}{\sin \alpha}\right). \quad (2)$$

Как уже отмечалось, производительность, а значит, сепарирующая способность рабочей поверхности отделителя крупногабаритных примесей зависит не только от кинематических параметров, но и от просвета между прутками, т. е. живого сечения ячеек. Рассмотрим, как влияет диаметр прутков на живое сечение ячеек отделителя.

При количестве продольных прутков  $N$  и шаге  $t$  расстановки их на поперечинах рабочая ширина ячеек  $b$  будет равна  $b = N \cdot t$ .

Часть этой ширины занимают прутки. При длине ячеек  $l$  живое сечение ячеек отделителя (в %) определяем по выражению

$$F = \frac{N \cdot t \cdot l - N \cdot d \cdot l}{N \cdot t \cdot l} \cdot 100 = \frac{t - d}{t} \cdot 100, \quad (3)$$

где:  $d$  – диаметр продольных прутков.

Из выражения (3) видно, что с увеличением диаметра продольных прутков отделителя живое сечение ячеек, а, следовательно, и их пропускная способность уменьшается.

Приведенные расчеты позволили минимизировать количество проходной фракции примесей через ячеистую поверхность отделителя и определить параметры живого сечения рабочей поверхности.

Хозяйственная проверка качества работы картофелеуборочного комбайна с отделителем крупногабаритных примесей, размеры ячеек которого составляли  $l=120$  мм,  $b=80$  мм, при  $N=8$ ,  $d=25$  мм и  $F=76,2$  % показала [2]:

1. При работе комбайна на полях засоренных камнями, выделяемая отделителем крупногабаритных примесей фракция камней составляет 40...60% от их общего количества, поступающего на рабочие органы вторичной сепарации. При этом выделяются все крупные камни, размеры которых больше размеров клубней, а также 70...80 % корневищ пырея и до 20 % остатков ботвы и других растительных примесей, что в общей сложности составляет до 30 % растительных остатков, поступающих в машину.

2. Оставшуюся в машине соразмерную с клубнями фракцию примесей после попадания ее на переборочный стол способны удалить три рабочих-переборщика.

3. Открывается возможность использования и улучшения качества работы щеточных отделителей камней.

4. Чистота картофеля в таре комбайна составляет 87...90 %.

5. Количество поврежденных клубней (по массе) в результате отсутствия крупных камней на рабочих органах вторичной сепарации модернизированного комбайна уменьшилось с 15,6 % до 9,3 %.

6. Вследствие того, что в модернизированном комбайне ботвоудаляющий валик установлен за вторым сепарирующим элеватором, исключаются поломки и забивания редкопруткового транспортера, а это приводит к сокращению затрат труда комбайнера на техническое обслуживание и ремонт машины и увеличению коэффициента использования рабочего времени смены.

### Литература

1. Петров Г.Д. Картофелеуборочные машины. - М.; Машиностроение, 1984. – 384 с.

2. Разработка теоретических основ и усовершенствование рабочих органов картофелеуборочных машин с целью создания высокопроизводительных агрегатов // Промеж. отчет НИЛ теорет. основ мех. уборки картофеля и корнеплодов. – Мн.: БИМСХ, 1988.