

УДК 631.31.06

ПОВЫШЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ ПРОЦЕССА ПОДКАПЫВАНИЯ И СЕПАРАЦИИ КЛУБНЕННОСНОГО ПЛАСТА В КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИНАХ

*Радишевский Г.А., Еднач В.И., Ведмицкий В.Ф., Мартынов П.Н., Делендик А.И. (БГАТУ),
Стуканов С.В. (ТТАУ)*

В статье рассмотрены вопросы повышения сепарирующей способности картофелеуборочных машин путем совершенствования подкапывающей части

Введение

В настоящее время, одним из актуальных вопросов при уборке картофеля является повышение качества работы и производительности уборочных машин.

Повысить производительности картофелеуборочных машин можно, как за счет увеличения ширины захвата, так и за счет повышения рабочих скоростей или внедрения прогрессивных технологий уборки картофеля.

Наиболее перспективным направлением повышения производительности картофелеуборочных машин является повышение рабочих скоростей [1] с интенсификацией процесса рыхления и сепарации почвы вначале технологического процесса [2] активными рабочими органами [3], что способствует уменьшению загрузки органов сепарации.

Основная часть

Однако, увеличить производительность картофелеуборочных машин за счет увеличения поступательной скорости требует преодоления ряда причин. Одной из них является, ограничивающей увеличение рабочих скоростей картофелеуборочных машин является несовершенство подкапывающих рабочих органов, заключающее в том, что на рыхлых, несвязанных, засоренных растительными остатками почвах приемные части забиваются: так как почва сгруживается на лемехе. Это приводит к нарушению технологического процесса выполняемого машиной и к значительным потерям клубней. Только из-за нарушений технологического процесса, выразившегося в забивании приемной части картофелеуборочной машины, наблюдается до 15,6...23,4% [4]. Кроме того, сгруживание массы перед лемехом приводит к неравномерной ее подачи на сепарирующие органы, в результате чего качество работы сепарирующих органов и ботвоудаляющих рабочих органов снижается.

Испытания комбайнов показали, что максимальные рабочие скорости движения составили для КСК-4 (легкие почвы) – 1,84 м/с (5,97 км/ч); ККУ-2 – 0,88 м/с (3,2 км/ч) [5] и КПК-2-01 – 1,02 м/с (5,1 км/ч) [6] и ограничились не их возможностями по сепарации почвы, а затруднениями в заборе несвязанного пласта приемной частью комбайна. Это свидетельствует о том, что наиболее узким местом в картофелеуборочных машинах являются подкапывающие органы. Кроме того, при уборке на тяжелых и средних почвах наибольшую трудность вызывает отделение клубней от почвенных комков.

Поэтому, с учетом выше сказанного, подкапывающие рабочие органы картофелеуборочных машин должны отвечать следующим требованиям:

- подкапывать клубни без потерь и повреждений при минимальном наборе почвы;
- интенсифицировать процесс рыхления при заборе почвы;
- не допускать сгруживания и развала почвы по сторонам;
- равномерно подавать клубненосную массу на сепарирующие органы;
- при подкапывании должны быть нарушены связи между отдельными агрегатами пласта почвы;
- иметь малую энергоемкость и высокую надежность.

По данным испытаний картофелеуборочных машин, проведенных на Белорусской МИС, около 16% времени, затраченного на ликвидацию нарушений технологического процесса, приходится на устранение сгруживания клубненоносной массы на лемехе.

В Белорусском государственном аграрном техническом университете разработан и испытан лемех с активным удлинителем к картофелеуборочной машине.

Клиновидная подрезающая пластина лемеха с активным удлинителем (рисунок 1) состоит из двух частей: передней пассивной и активной. С механизмом привода активная часть пластины лемеха связана кинематически с шатуном и кривошипом приводного вала. В верхнем крайнем положении лемеха активная часть пластины расположена в одной плоскости с пассивной, а профили обращенных друг к другу поверхностей обеих частей пластины выполнены дугообразными, с одинаковыми радиусами вращения.

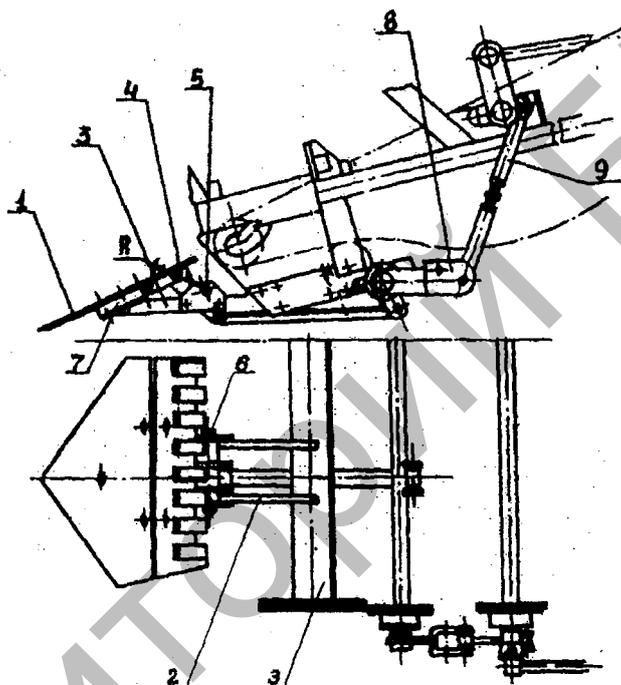


Рисунок 1. Лемех корнеклубнеуборочной машины с активным удлинителем:

- 1 – передняя пассивная часть клиновидной подрезающей пластины; 2 – продольный кронштейн; 3 – несущая поперечная балка; 4 – активная часть клиновидной подрезающей пластины; 5 – проушина; 6 – горизонтальная ось качания; 7 – компенсатор; 8 – кривошип приводного вала; 9 – шатун

Активный лемех работает следующим образом. Подрезанный передней пассивной частью пластины пласт картофельной грядки поступает на ее активную часть. При перемещении этой части пластины вниз пласт крошится под воздействием собственного веса, а затем при перемещении ее вверх, отделенная порция клубненоносной массы направляется к последующим рабочим органам. При падении этой массы на переднюю часть пластины происходят дополнительное крошение почвенных комков от удара. Механизм привода активной части пластины обеспечивает перемещение таким образом, что ее передняя нижняя кромка при движениях вверх не выходит за верхний уровень передней пассивной части пластины, а при движении вниз передняя кромка активной части пластины не выходит за нижнюю плоскость компенсатора, что предохраняет активный лемех от заклинивания.

Параметры лемеха с активным удлинителем обеспечивают перемещение подкопанного пласта без сгуживания массы при работе картофелеуборочной машины в наиболее неблагоприятных условиях (рисунок 2).

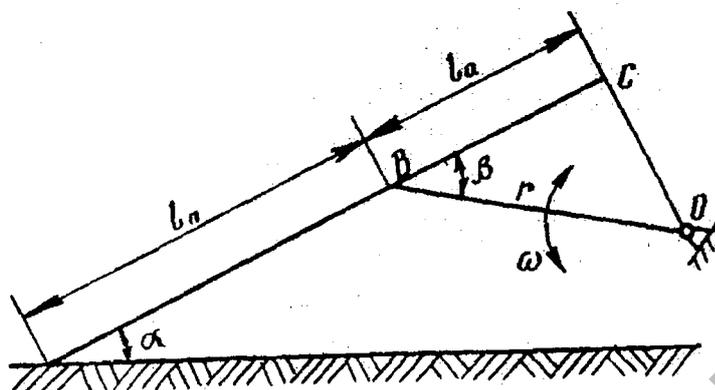


Рисунок 2. К определению параметров пассивной части лемеха:

l_n – длина пассивной части пластики; l_a – активной части пластины (активного удлинителя)

Угол наклона лемеха α принят 25° [7], длина пассивной части определяем из условия несгуживания массы [8].

$$l_n \leq ctg(\alpha + \varphi) \left\{ \frac{\delta_{сп}}{\gamma_n} - 2 \frac{v^2}{g} \left[\sin \alpha tg(\alpha + \varphi) - 2 \sin^2 \frac{\alpha}{2} \right] \right\} \quad (1)$$

где α – угол наклона лемеха к горизонту;
 φ – угол трения;
 σ – временное сопротивление почвы сжатию;
 γ – плотность почвы картофельной грядки;
 v – скорость перемещения клубненосной массы по лемеху без сгуживания;
 g – ускорение свободного падения тела.

Согласно уравнению (1) построен график (рисунок 3), зависимости длины пассивной части лемеха от скорости движения машины и прочностных свойств почвы. Как видно из рисунка 3, наиболее оптимальной является длина пассивной части лемеха равная 0,29м.

Для обеспечения подбрасывания поступающей массы показатель кинематического режима активной части лемеха должен удовлетворять неравенству $k > \frac{\omega r}{g}$, при котором отрыв частицы массы от активной части лемеха происходит в его крайнем верхнем положении. Условие отрыва в принятой системе координат имеет вид

$$m\omega^2 r \sin \beta \geq mg \cos \alpha, \quad (2)$$

Откуда

$$\omega \geq \sqrt{\frac{g \cos \alpha}{r \sin \beta}}, \quad (3)$$

где r – расстояние от центра вращения до передней кромки активного удлинителя;
 ω – частота колебаний активного удлинителя;
 α – угол в продольно-вертикальной плоскости между радиусом, проходящим через переднюю кромку, и плоскостью удлинителя.

Анализ выражения (3) показывает, что условие отрыва частицы клубненосной массы улучшается с увеличением угла α и β . Угол β увеличивается перемещением точки O (рисунок 4) в направлении движения машины, однако в этом случае уменьшается радиус r , что отрицательно сказывается на условии подбрасывания массы. Значение частоты колебаний, необходимой для отрыва пласта от активной части лемеха, особенно резко возрастает при малых значениях радиуса. Такая зависимость прослеживается при рассмотрении кривых 1—4 (рисунок 5). Наиболее оптимальными значениями являются $r = 0,075 — 0,150$ м и $\beta = 30 — 50^\circ$.

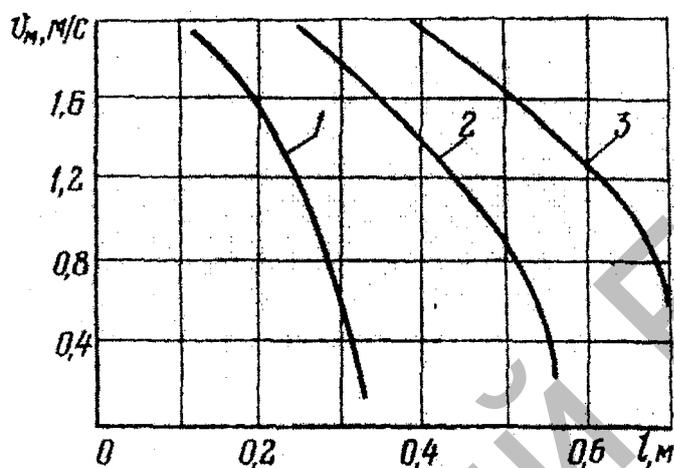


Рисунок 3. Зависимость длины пассивной части лемеха от скорости машины и прочностных свойств почвы:

(1 — $\sigma = 0,005$ МПа; 2 — $\sigma = 0,075$ МПа; 3 — $\sigma = 0,100$ МПа)

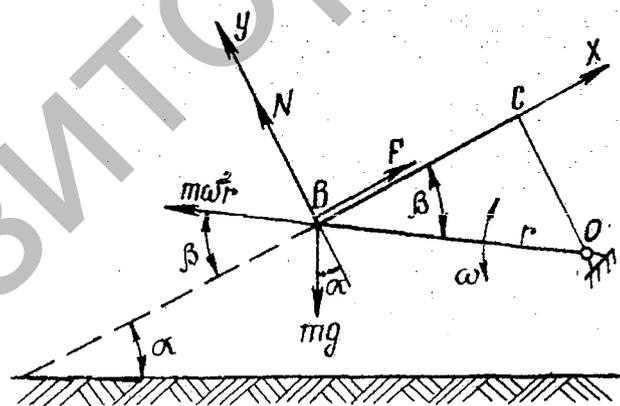


Рисунок 4. Схема сил, действующих на пласт, на передней кромке активной части лемеха

Лабораторные полевые испытания лабораторной установки с активным удлинителем проводились на среднем суглинке влажностью 20...21% при урожайности 22 т/га. В таблице приведены показатели качества работы модернизированной приемной части картофелеуборочной машины в сравнении с серийной.

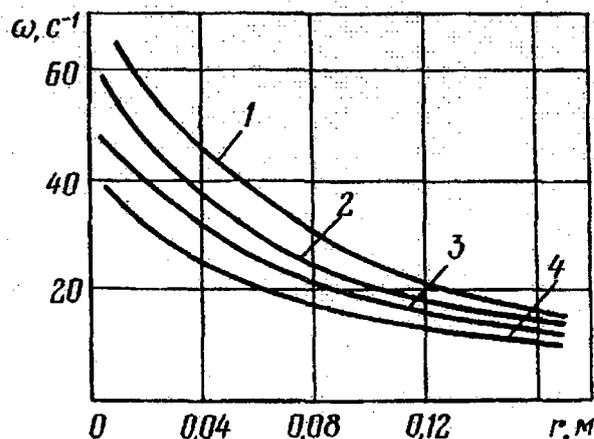


Рисунок 5. Зависимость частоты колебаний активного удлинителя от радиуса вращения при различных углах отрыва:
1 – $\beta = 15^\circ$; 2 – $\beta = 30^\circ$; 3 – $\beta = 45^\circ$; 4 – $\beta = 60^\circ$

Таблица 1. Показатели качества работы

| Показатели | Подкапывающая часть | |
|---------------------------------|---------------------|----------|
| | модернизированная | серийная |
| Скорость движения агрегата, м/с | 1,00 | 1,0 |
| Глубина хода лемехов, м | 0,20 | 0,20 |
| Чистота картофеля в таре, % | | |
| - клубни; | 87,9 | 82,4 |
| - почва; | - | 3,1 |
| - камни; | 9,60 | 5,7 |
| - растительные остатки | 2,50 | 8,8 |
| Полнота уборки клубней, % | | |
| - собрано в тару; | 89,0 | 85,4 |
| - остановлено на поверхности; | 9,6 | 9,7 |
| - оставлено почве | 1,4 | 1,9 |
| Потери, всего % | 11,4 | 14,6 |

Заключение

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что оптимальными параметрами лемеха при котором чистота картофеля в таре от модернизированного выше на 5,5% как показали опыты являются: $l = 0,25\text{м}$; $r = 0,075 - 0,150\text{м}$ и $\beta = 30 - 50^\circ$.

Литература

1. Петров Г.Д., Угланов М.Б. Исследование самоходного 4-х рядного картофелеуборочного комбайна // Исследование и совершенствование машин для уборки корнеплодов и овощей.- М.: ВИСХОМ, 1989.- С. 54-64.
2. Максимов В.И., Трахтенбройт Г.А. Исследование путей повышения эффективности сепарации на просеивающих рабочих органах картофелеуборочных машин // Исследование и совершенствование машин для уборки корнеплодов и овощей.- М.: ВИСХОМ, 1989.- С. 62- 69.
3. Цеханович П.В. Механизация возделывания картофеля // Труды научно-технической конференции 1956г. – Минск: Гос. из-во БССР, 1958. С. 510-528.
4. Протокол 7-132-86 (14132510) государственных приемочных испытаний картофелеуборочного комбайна КПК-3.(Белорусская МИС) - п. Привольный, 1996. – 122 с.

5. Протокол 7-47-88 государственных приемочных испытаний картофелеуборочного комбайна ККУ-2.(Белорусская МИС) - п. Привольный, 1986. – 62 с.
 6. Протокол 7-122-88 государственных приемочных испытаний картофелеуборочного комбайна (КПК-3-01 (Белорусская МИС) - п. Привольный, 1989. –74с.
 7. Сорокин А.А., Гасанов В.И. Оптимальный угол наклона лемеха картофелеуборочных машин //Тракторы и сельхозмашины. 1983. № 3.
 8. Синеоков Г.Н., Панов И.М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. М.: Машиностроение, 1977.
-

УДК 631.356.46:631.3-18

ОБОСНОВАНИЕ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДИСКОВЫХ АКТИВНЫХ БОКОВИН КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИН

*Радишевский Г.А., Еднач В.И., Ведмицкий В.Ф., Мартынов П.Н., Делендик А.И. (БГАТУ),
Стуканов С.В. (ГГАУ)*

В статье рассмотрены вопросы использования активных дисковых боковин с целью обеспечения транспортирования пласта на сепарирующие рабочие органы

Введение

Дисковые подкапывающие и почвообрабатывающие рабочие органы широко применяются в различных сельскохозяйственных машинах. В последнее время их начали использовать и в картофелеуборочных машинах, причем в двух вариантах: с приводом дисков и без привода. Применение дисковых рабочих органов с приводом в сочетании с плоским лемехом в картофелеуборочных машинах позволит уменьшить забор подкопанного пласта и повысить чистоту картофеля в таре.

Основная часть

В большинстве конструкций приемных частей картофелеуборочных машин используется плоский лемех в сочетании с плоскими вертикальными дисками. Такая конструкция позволяет подкапывать клубни без потерь и повреждений, так как площадь поперечного сечения клубненосного гнезда полностью перекрывается площадью поперечного сечения подкапывающего органа. Однако дисковые ножи могут забиваться и, кроме того, конфигурация поперечного сечения подкапываемого пласта не рациональна. Рабочий орган забирает лишнюю почву, причем из зон, расположенных вблизи междурядий, служащих источником твердых комков [1], что приводит к снижению надежности выполнения технологического процесса.

В последнее время в отечественных картофелеуборочных комбайнах применяют подкапывающий орган состоящий из плоского лемеха и двух пассивных дисков, установленных под углом к направлению движения [2]. Такой орган установлен на картофелеуборочных комбайнах типа КПК и достоинством является то, что он забирает меньший объем подкапываемой почвы, однако из-за малого расстояния между дисками по осевой линии поперечного сечения клубненосного гнезда он будет повреждать клубки дисками (перерезать и раздавливать), особенно на полях с высокой урожайностью картофеля.

Наиболее целесообразным является использование в подкапывающей части картофелеуборочной машины плоского лемеха с активной задней частью в сочетании с дисковыми активными боковинами сферическую форму, установленными под углом к направлению движения и наклоненными внутрь, с целью обеспечения максимального диаметра диска [3].

Конструкция приемной части картофелеуборочной машины должна удовлетворять требованиям: