

изд., доп. и перераб. – М.: Колос, 1982. – 288 с.

5. Галкин А. Ф. Комплексная механизация сельскохозяйственных процессов в животноводстве. – М.: Колос, 1969. – 296 с.

6. Гарбузов Е. В. и др. Прогрессивные технологии приготовления кормов // Животноводство. – 1976. – № 11. – С.59 – 64.

7. ГОСТ 10199-81. Комбикорма концентраты для овец. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 7с.

8. ГОСТ 13496.8 72. Комбикорма. Методы определения крупности размола и содержания неразмолотых семян культурных и дикорастущих растений. – М.: Изд-во стан-

дартов, 1972. – 10 с.

9. ГОСТ 18221-72. Комбикорма полнорационные для сельскохозяйственной птицы. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 1972. – 9 с.

10. Патент РФ 2343001 С1. Измельчитель сыпучих материалов / Н.А. Урханов, А.С. Бужгеев, Б. В. Урханов; Заявл. 16.04.2007. Оpubл. 10.07.2009

11. Урханов Н. А., Коновалов В. И. Динамика измельчителя вальцедекового типа / Сборник материалов IV научно-практического семинара «Чтения И.П. Терских». – Иркутск: Изд-во ИргСХА, 2011. – С. 88-96.

УДК 631.356.4:658.562

**А. В. Кузьмин<sup>1</sup>, С. С. Остроумов<sup>2</sup>, В. С. Болохоев<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО «Бурятская ГСХА им. В. Р. Филиппова», Улан-Удэ

<sup>2</sup>ОАО «Родники», Иркутск

## ПОЛЕВЫЕ ИСПЫТАНИЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

**Ключевые слова:** уборка картофеля, повреждаемость клубней, картофелеуборочный комбайн, рабочие органы.

*Рассмотрены вопросы повреждаемости клубней картофеля при механизированной уборке. Представлены отдельные разработки картофелеуборочных комбайнов.*

**A. Kuzmin<sup>1</sup>, S. Ostroumov<sup>2</sup>, V. Bolokhoeff<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>FSBEI NPT «Buryat State Academy of Agriculture named after V. Philippov», Ulan-Ude

<sup>2</sup>«Rodniki» Ltd, Irkutsk

## FIELD TESTS OF DEVELOPMENT POTATO HARVESTERS

**Key words:** potato harvesting, mechanic damage of potato tuber, potato harvester, tools of harvester.

*Problems of damage to potato tubers during mechanical harvesting. Some development of potato harvesters are presents.*

**Введение.** Одними из причин низкой эффективности картофелеводства сегодня являются низкий технологический уровень возделывания картофеля, использование несовершенной техники, а также проблема механических повреждений клубней картофеля при уборке.

Технологический процесс уборки картофеля независимо от применяемых

средств механизации включает следующие основные операции: подкапывание (выкапывание) клубней, отделение (сепарация) клубней от почвы, отрыв клубней от ботвы, удаление ботвы и растительных примесей, отделение камней и других примесей, погрузка клубней в тару или в транспортные средства [1].

Остановимся на рассмотрении про-

блем повреждения клубней картофеля как одной из важнейших, потому что от нее зависит качество убранных урожаев. В частности, повреждение клубней картофеля при уборке является одним из препятствий для использования машинной технологии.

Анализ литературных источников, проведенные нами предварительные эк-

$$y = 10,51 - 4,53x_1 - 1,03x_2 + 15,05x_3 - 0,998x_1x_3 + 11,58x_1^2 + 5,34x_2^2 + 18,14x_3^2 \quad (1)$$

Анализируя данную математическую модель можно сделать вывод, что повреждаемость клубней картофеля при уборке комбайнами зависит в большей степени от конструктивных особенностей уборочных машин (51 %), затем от сортовых отличий (33 %) и уже потом от рабочей скорости (16 %) [1].

На сегодня существует одно из направлений исследований, направленных на снижение механических повреждений при уборке – это совершенствование конструкций картофелеуборочных машин.

Если проанализировать данное направление, то были точки зрения европейская и российская. Российское направление развития картофелеуборочной техники предполагало создание универсальных конструкций, предназначенных для работы в разных климатических и географических зонах. Европейская же наука предлагала создавать конструкции машин, предназначенных для конкретных почвенных и климатических зон.

Наши исследования показали, что воздействовать на условия окружающей среды человеку довольно трудно, поэтому создать универсальную конструкцию комбайна, удовлетворяющую многообразие условий выращивания картофеля (в России), проблематично, к тому же урожайность картофеля в значительной степени зависит от его территориального размещения. Поэтому в России с её крупными географическими масштабами, на наш взгляд, экономически выгоднее крупное производство картофеля размещать в районах с наиболее благоприятными для этой культуры почвенно-клима-

сперименты позволили нам установить основные факторы, влияющие на повреждаемость клубней картофеля, и установить пределы их изменения.

После обработки экспериментальных данных мы получили следующую адекватную математическую модель повреждаемости клубней картофеля комбайнами [1]:

тическими условиями (как в США), а картофелеуборочную технику производить (по западноевропейскому направлению), предназначенную для определенных конкретных условий – почвы и климата [2]. При разработке же перспективных картофелеуборочных комбайнов предпочтение следует отдавать комбайнам с минимальной повреждаемостью клубней.

#### Условия и методы исследований.

В период уборки 2008 года проводились испытания экспериментальной модели картофелеуборочного комбайна в полевых условиях. В 2009-2010 годах продолжилась работа по совершенствованию картофелеуборочного комбайна [3]. В 2010 году был изготовлен новый экспериментальный образец навесного двухрядного картофелекопателя, состоящий из подкапывающего узла новой конструкции и сепаратора почвы, аналогичного применяемому ранее. Данный копатель в агрегате с трактором Т-25А «Владимирец» представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Общий вид агрегата: трактор Т-25А и двухрядный картофелекопатель

Испытывалась двухрядная машина согласно патенту РФ на полезную мо-

дель № 79369, включающая подкапывающий узел, сепаратор почвы и ботвоудалитель. Выгрузной транспортёр на экспериментальной машине отсутствовал, выкопанные клубни укладывались на поле.

Сепаратор почвы состоял из 8 одинаковых валов с закреплёнными на них в шахматном порядке резиновыми пальчатыми роторами (рис. 2).

Частота вращения валов была одинаковой и могла изменяться в пределах 60 - 90 об/мин за счёт установки различных звёздочек цепного привода. Угол наклона сепарирующей поверхности составлял 20°.



Рисунок 2 – Сепаратор почвы с резиновыми пальчатыми роторами

Ботвоудалитель состоял из семи клиновых ремней, расположенных вдоль хода машины и охватывающих сепаратор от третьего вала (рис. 3).



Рисунок 3 – Ботвоудалитель

Около верхней точки хода ремней ботва прижималась резиновыми диска-

ми диаметром 280 мм и шириной 60 мм, расположенными над каждым ремнём (рис. 4). Зазор между прижимными дисками и ремнями регулировался в пределах 0 - 15 мм.



Рисунок 4 – Диски ботвоудалителя

Контролировалась работа машины по следующим параметрам:

- производительность;
- потери клубней при подкапывании;
- равномерность подачи массы на сепаратор;
- полнота отделения почвы;
- полнота отделения ботвы;
- полнота отрыва клубней от ботвы;
- забивание и залипание машины почвой и ботвой;
- повреждение клубней.

В процессе работы изменялись барабаны-комкодавители подкапывающего узла с целью исключить разваливание массы по бокам при подкапывании и обеспечить равномерную подачу массы на сепаратор. Барабан-комкодавитель состоял из отдельных резиновых пластин диаметром 500 мм толщиной 30 мм с треугольными выступами по окружности. Пластины были насажены на металлический каркас через проставки, образуя разреженный барабан с выступами, параллельными его оси (рис. 5).

Во время испытаний изменялась скорость вращения барабана, его положение относительно лемеха - зазор между барабаном и лемехом - и смещение барабана вперёд-назад, а также величина проставок между отдельными

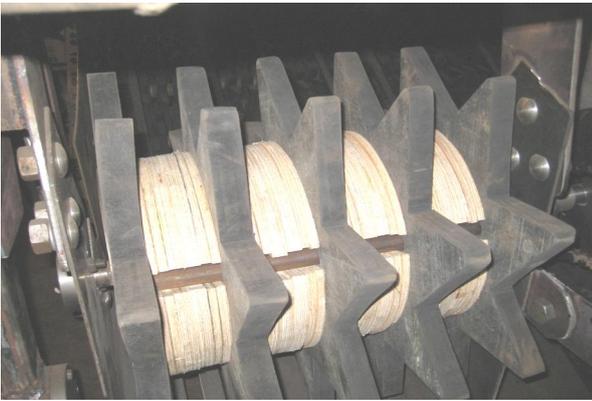


Рисунок 5 – Барабан-комкодавитель

пластинами.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Необходимо отметить, что подкапывающий узел был самым проблемным узлом машины, поэтому оптимизации его параметров уделялось наибольшее время и внимание.

При движении машины подкопанный гребень почвы вместе с клубнями проходил между лемехом и барабаном, однако площадь проходного сечения оказалась недостаточной, и вал почвы двигался перед лемехом комбайна, разваливаясь по бокам и создавая излишнее сопротивление машины.

Увеличение частоты вращения заменяющей звёздочки привода эффекта не дало, даже при 100 об/мин барабан фрезеровал нагребаемую лемехом массу, что приводило только к повреждению клубней. Подъём барабана относительно лемеха и смещение барабана вперёд уменьшало нагребание почвы перед лемехом. Устанавливался зазор между наружной точкой выступа барабана и поверхностью лемеха в 40, 60, 80 и 100 мм. При зазоре 40 и 60 мм машина была практически неработоспособной – нагребала вал почвы и останавливалась (срабатывало предохранительное устройство). При зазоре в 100 мм достигалась приемлемая равномерность подачи массы на сепаратор, но терялся эффект разрушения пласта почвы и раздавливания комков. В результате было принято решение увеличить ширину проставок между зубчатыми резиновыми пластинами, образующими барабан, то есть

сделать его более разреженным.

Диаметр проставок был сделан минимально возможным по конструктивным соображениям – 200 мм. Устанавливалось несколько вариантов барабана. Оптимальным было принято расстояние между резиновыми зубчатыми пластинами  $80 \pm 5$  мм. При этом обеспечивался эффект раздавливания комков и значительно увеличилось проходное сечение для массы почвы с клубнями. За счёт эластичности резиновых пластин между ними не застревали клубни картофеля.

Далее под принятую конструкцию определялись параметры расположения и частоты вращения барабана-комкодавителя. В результате экспериментов определены следующие параметры: частота вращения 55 - 60 об/мин, зазор между барабаном и лемехом 70 мм, расположение барабана-комкодавителя - по центру лемеха с допустимым смещением вперёд до 20 мм. В перспективной машине имеет смысл уменьшить количество выступов каждого резинового элемента барабана до пяти с увеличением размера каждого выступа.

Для более качественной работы узла с наружных краёв лемеха были установлены диски с трапецеидальными вырезами по окружности и острой кромкой. Диски были закреплены на стойках с расхождением в  $4 - 5^\circ$  относительно оси машины и наклонены наружу на тот же угол (рис. 6).

Диски вращались за счёт соприкосновения с землей и полностью предотвращали разваливание по сторонам подкапываемой массы, направляя её на лемех.

В результате конструктивной доработки подкапывающего узла удалось добиться стабильной работы машины, равномерной подачи массы на сепаратор и полного отсутствия потерь клубней при подкапывании. Повреждение клубней составило не более 1,5 %.

Сепаратор почвы в процессе работы не вызвал замечаний. Качество отделения почвы составило 95 - 98 %. Заби-



Рисунок 6 – Диски с трапецеидальными вырезами

вание ботвой и залипание влажной почвой сепарирующей поверхности полностью отсутствовало. Оптимальной частотой вращения роторов можно считать диапазон 80 - 90 об/мин, при котором уже после четвёртого вала на сепарирующей поверхности остаётся не более 5 % от поступившей на сепаратор массы. Испытания показали, что в картофелекопатель возможно сокращение числа валов до 6, а также сужение потока сепарируемой массы после 3-го вала сепаратора. Угол наклона сепарирующей поверхности из конструктивных соображений надо делать максимально возможным, чтобы клубни картофеля не скатывались вниз, а перемещались по поверхности. Выбранный угол в 20° можно считать оптимальным.

Работа ботвоудалителя оценивалась как на скошенной, так и на длинно-стебельной ботве. Конструкция показала высокую эффективность. Ботва направлялась по ремням, отделяясь от сепарирующей поверхности, и выносилась за пределы машины.

Скорость движения агрегата при испытаниях изменялась от 1,8 до 6 км/ч. При увеличении скорости движения качество работы узлов не изменялось, дополнительных повреждений клубней не отмечалось, а отделение почвы даже улучшалось. Поэтому производительность экспериментальной машины может достигать 0,9 га/час.

Исходя из многочисленных поездок по полю в различных вариантах подкапывающего узла, можно сделать вывод о целесообразности использования на двухрядной машине единого лемеха с единым барабаном-комкодавительем на всю ширину лемеха. Это упростит конструкцию и позволит убрать дополнительное сопротивление при поступлении подкопанной массы на сепаратор. Данная конструкция была реализована в следующей экспериментальной модели картофелекопателя (рис. 7).



Рисунок 7 – Конструкция лемеха

**Выводы.** В результате проведённых полевых испытаний усовершенствована конструкция машины. Были достигнуты следующие показатели.

Производительность – до 0,9 га/час.  
 Полнота отделения примесей:  
 - почвы - не менее 95 %,  
 - ботвы - не менее 93 %.  
 - Повреждение клубней - не более 2%.

#### Библиографический список

1. Петров Г.Д. Картофелеуборочные машины / Г.Д. Петров. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984. – 320 с.
2. Кузьмин А.В. Методы снижения повреждаемости клубней картофеля и совершенствования картофелеуборочных машин: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01 / А.В. Кузьмин. – М., 2005.
3. Остроумов С.С. Результаты полевых испытаний нового картофелеуборочного комбайна / С.С. Остроумов // Вестник ИрГСХА, 2009. – № 36. – С. 86-92.