

**Д. И. Комлач<sup>1</sup>, В. Н. Дашков<sup>2</sup>, А. С. Воробей<sup>1</sup>, М. Н. Трибуналов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail: labpotato@mail.ru

<sup>2</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»  
г. Минск, Республика Беларусь  
E-mail: kaf.tia@bsaty.by

## **ОБНАРУЖЕНИЕ ОПАСНЫХ ЗОН ПОВРЕЖДАЕМОСТИ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ СЕРИЙНЫХ МАШИН ДЛЯ УБОРКИ И ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ДОРАБОТКИ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОННОГО АНАЛИЗИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА**

*Аннотация.* В статье определены опасные зоны возникновения механических повреждений клубней картофеля серийных машин для уборки и послеуборочной доработки с помощью электронного анализирующего устройства.

*Ключевые слова:* клубни картофеля, механические повреждения, опасные зоны, рабочие органы, электронное анализирующее устройство.

**D. I. Komlach<sup>1</sup>, V. N. Dashkov<sup>2</sup>, A. S. Verabei<sup>1</sup>, M. N. Tribunalov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>RUE "SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization"  
Minsk, Republic of Belarus  
E-mail: labpotato@mail.ru

<sup>2</sup>EI "Belarusian State Technological Agrarian University"  
Minsk, Republic of Belarus  
E-mail: kaf.tia@bsaty.by

## **DISCOVERY DAMAGES ZONES DAMAGEABILITY THE TUBER OF POTATOES SERIALY PRODUCED OF MACHINES FOR HAVERST AND POSTHARVEST REVISION WITH HELP ELECTRONIC ANALYZE DEVICE**

*Abstract.* In article were determined damages zones to discovery damageability the tubers of potatoes serially produced of machines for harvest and postharvest revision with help electronic analyze device.

*Keywords:* the tubers of potatoes, mechanical damages, damages zones, working organs, electronic analyze device.

### **Введение**

Картофель является одним из основных продуктов питания в рационе многих людей во всем мире и занимает второе место после риса по степени широкомасштабного глобального распространения. По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь в 2020 г. в сельскохозяйственных и фермерских хозяйствах при возделывании на территории площадью 25,4 тыс. га собрано 913,6 тыс. т картофеля при средней его урожайности 282 ц/га [1].

Картофель используется в трех направлениях: столовом (использование для питания, а также изготовление из него продуктов переработки), техническом (использование с содержанием крахмала более 18 % в производстве) и кормовом (производство с повышенным содержанием протеина).

Общий тоннаж картофелехранилищ республики составляет 775 тыс. т. Это позволяет в полном объеме обеспечить хранение картофеля до момента наиболее экономически выгодной его реализации и, в свою очередь, дает возможность дополнительно зарабатывать не менее 2000 руб. на 1 т картофеля, заложенного в хранилище.

### Основная часть

Потери картофеля от механических повреждений – актуальная проблема в его производстве. Они приносят наибольший ущерб. Различают потери возвратимые и невозвратимые (естественная убыль массы). Из общего количества убранного в 2020 г. картофеля в общественном секторе невозвратимые потери составили 54,8 тыс. т, что в процентном выражении при минимальной закупочной цене картофеля за 1 т, равной 450 руб., составляет более 24,6 млн бел. руб., или почти 9,5 млн долл. США.

Потери при хранении как контейнерным, так и навалым способом во многом определяются факторами выращивания картофеля. Большое влияние на естественную убыль массы оказывает выбор срока уборки. Для многих сортов задержка уборки оказывает большее отрицательное влияние на потери при хранении, чем преждевременная уборка.

ВВП Республики Беларусь в 2020 г. составил 147 млрд бел. руб. Из них до 8 % дает сельское хозяйство. В денежном выражении – около 11,76 млрд бел. руб. В масштабе отрасли картофелеводства Республики Беларусь механические повреждения наносят огромный ущерб, что в целом говорит об актуальности решаемой народнохозяйственной проблемы.

В РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» в лаборатории механизации производства овощей и корнеклубнеплодов разработано электронное анализирующее устройство для обнаружения и предупреждения опасных зон возникновения механических повреждений клубней картофеля комплекса серийных машин для уборки и послеуборочной доработки.

По статистике потери урожая картофеля достигают 25–30 %. Из них при механизированной уборке – до 13 %, при погрузочно-разгрузочных работах и транспортировке – до 3–6, при хранении и сортировке – до 7–20 % [2].

Главным образом эти потери связаны с механическими повреждениями клубней картофеля. В процессе механизированных уборочных работ клубни картофеля получают механические внутренние и внешние повреждения от воздействия рабочих органов картофелеуборочных машин. Количество наносимых повреждений зависит как от конструктивных особенностей рабочих органов, так и от соответствия их кинематических параметров и режимов условиям работы, сложившимся на момент уборки. Неправильно отрегулированный картофелеуборочный комбайн в процессе работы может повреждать более 60 % клубней, что говорит о необходимости периодического контроля качества убираемого картофеля с целью вмешательства в процесс уборки.

Внешний вид корпуса электронного анализирующего устройства и схематическое расположение основных комплектующих в корпусе показаны на рис. 1. Электронное анализирующее

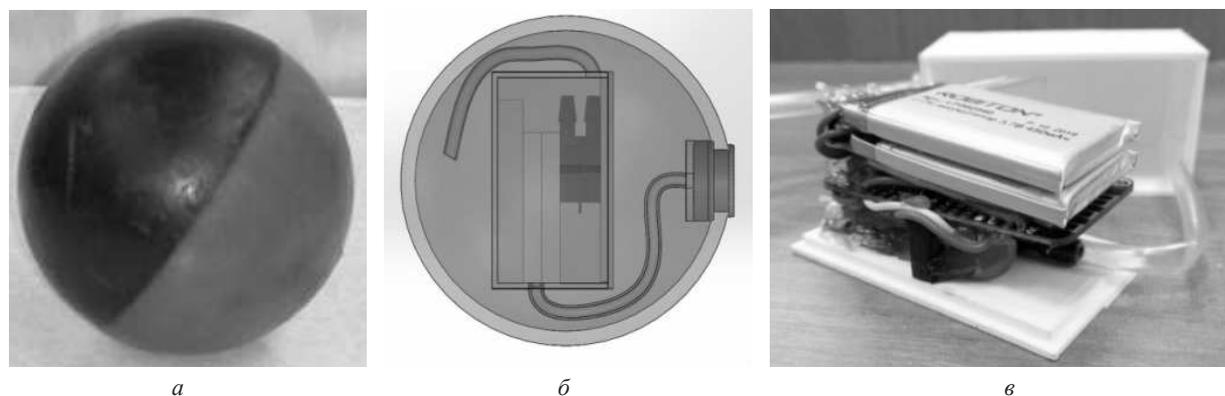


Рис. 1. Электронное анализирующее устройство: *а* – внешний вид корпуса; *б* – схематическое расположение основных комплектующих в корпусе; *в* – комплектующие программного обеспечения

устройство помещается в сферический корпус из эластичного материала, заполненный силиконовым маслом для передачи давления.

Принцип действия электронного анализирующего устройства как объекта управления заключается в следующем.

Объект управления механически связан с датчиком давления, аналоговый сигнал от которого поступает на вычислительный модуль, одновременно принимающий цифровые данные от барометрического датчика. Обработанные данные он передает по цифровому интерфейсу на коммуникационный модуль и с его помощью – удаленному оператору, который в режиме реального времени анализирует состояние искусственного картофеля.

Разработанное программно-аппаратное обеспечение позволяет в режиме реального времени определять внешние нагрузки на клубни картофеля в процессе уборки и послеуборочной доработки и в случае превышения допустимых значений мгновенно информировать об этом оператора.

На рис. 2 приведен пример обнаружения электронным анализирующим устройством возникновения опасных зон механических повреждений клубней картофеля при уборке.

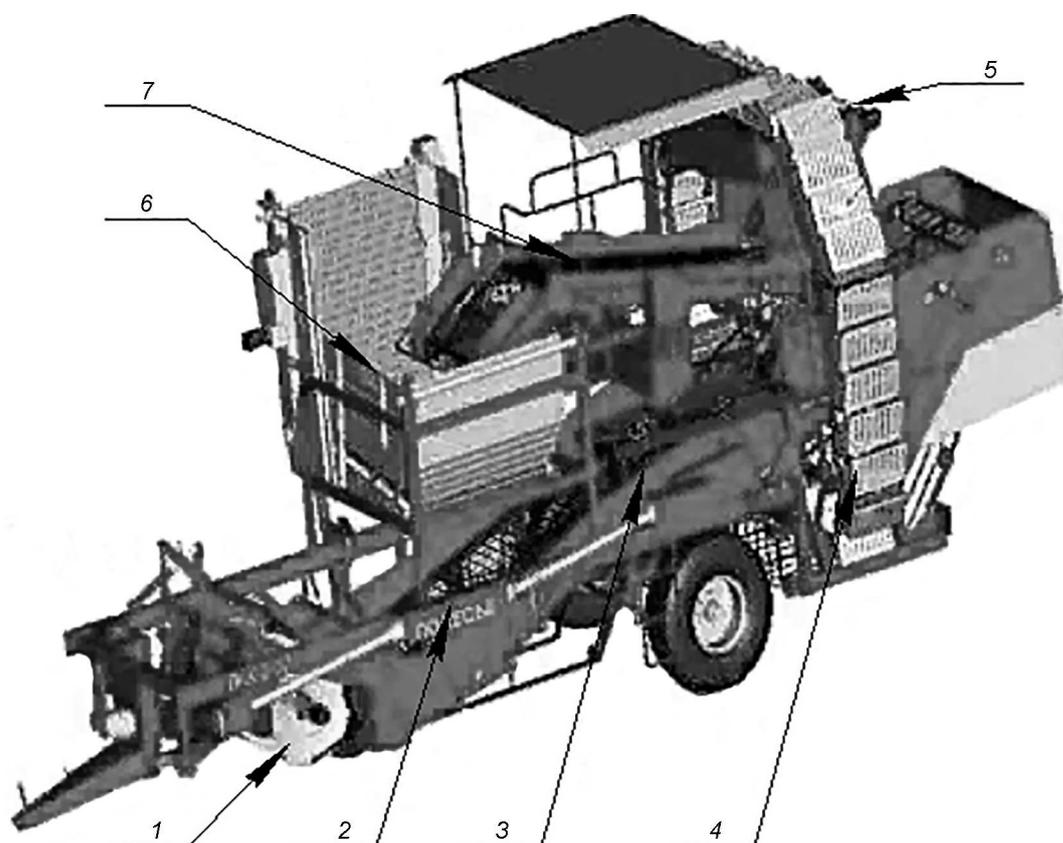


Рис. 2. Опасные зоны картофелеуборочного комбайна: 1 – подкапывающая часть; 2 – элеватор; 3 – встряхиватель; 4 – выгрузной транспортер; 5 – наклонная горка; 6 – приемный бункер; 7 – подающий транспортер

Проанализировав опасные зоны возникновения механических повреждений в картофелеуборочном комбайне, можно сделать вывод, что наибольшее количество механических повреждений в виде ушибов происходит при взаимодействии клубней картофеля с подкапывающими рабочими органами и в задней части бункера (рис. 3).

Доработку клубней начинают при приемке их с поля и загрузке в хранилища и заканчивают в период выгрузки после хранения. Для проведения этих работ необходимо использовать специализированные машины и устройства.



Рис. 3. Диаграмма взаимодействия электронного анализирующего устройства с рабочими органами картофелеуборочного комбайна ПКК-2-05 (опыт производился с четырехкратной повторностью)

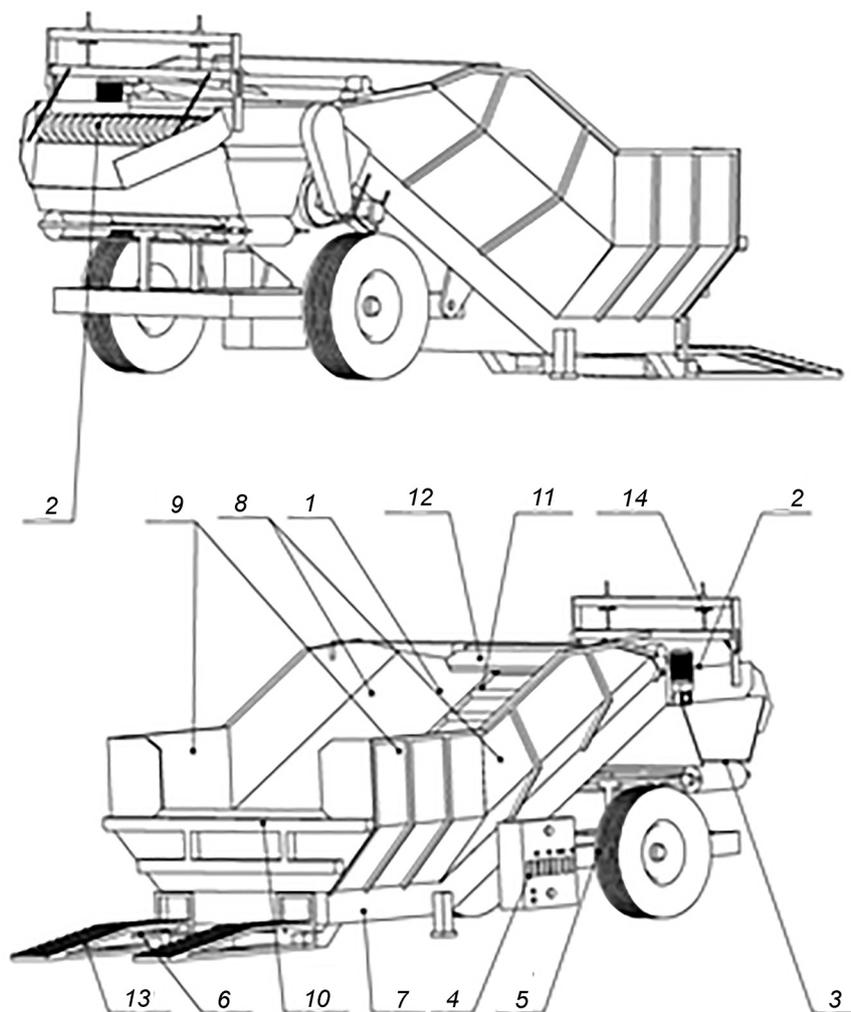


Рис. 4. Приемный бункер: 1 – рамы; 2 – ворохоочиститель; 3 – выносной конвейер; 4 – шкаф управления; 5 – шасси; 6 – прицепное устройство; 7 – основание; 8 – верхний борт; 9 – нижний борт; 10 – ограждение; 11 – подвижное дно; 12 – шибер; 13 – въездные пандусы; 14 – винтовой механизм

Для приема обрабатываемого продукта из саморазгружающихся транспортных средств, отделения примесей, почвы и растительных остатков, подачи продукции на телескопический конвейер и загрузчик телескопический используют приемно-сортировальные бункера типа БПВ-40 (рис. 4).

С целью минимизации повреждения продукции на бункерах приемных должны устанавливаться спиральные полиуретановые рабочие органы, которые, в отличие от металлических, не травмируют продукт, не забиваются камнями, растительными остатками, почвой.

Во избежание травмирования клубней картофеля рабочими органами приемного бункера необходимо производить следующие настройки:

- въездные пандусы *13* бункера устанавливаются на высоту верхнего барьера таким образом, чтобы рама самосвального транспортного средства была выше ограждения *10*, что предотвращает потери при выгрузке;

- скорость движения подвижного дна регулируется изменением режима работы приводного электродвигателя и должна находиться в пределах 0,4–0,6 м/с;

- выбор скорости подвижного дна бункера-дозатора и скорости ворохоочистителя осуществляется со шкафа управления *4* в зависимости от загрузки бункера, которая должна быть равномерной.

Перед началом работы необходимо отрегулировать режим работы ворохоочистителя таким образом, чтобы продукция очищалась на самом последнем этапе, а не раньше. Для этого предусмотрены следующие регулировки:

- скорость подачи из бункера дозатора;
- скорость вращения спиральных валцов;
- угол наклона сита ворохоочистителя.

Угол наклона сита ворохоочистителя устанавливается с помощью винтового механизма *14*. При регулировке нельзя допускать перекося. Минимальный угол наклона устанавливается при наличии значительных примесей в поступающем ворохе.

В целом, используя электронное анализирующее устройство, можно свести механические повреждения клубней картофеля к минимуму, за счет чего производитель получит больший экономический эффект от его реализации.

### **Заключение**

На основании результатов исследований разработаны методические рекомендации с целью обучения инженерно-технических работников сельскохозяйственных предприятий современным научно обоснованным методам подбора рабочих режимов работы машин для уборки и послеуборочной доработки картофеля, обеспечивающих сохранность продукции.

Для настройки новой и регулировки эксплуатируемой в хозяйствах техники для производства картофеля с целью минимизации потерь продукции и ее сохранности предложено использовать разработанное электронное анализирующее устройство.

### **Список использованных источников**

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь : статистический сборник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2020. – 211 с.
2. Машинные технологии и техника для производства картофеля / С. С. Туболев [и др.] ; под общ. ред. Н. Н. Колчина. – М. : Агроспас, 2010. – 311 с.