

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА УСТРОЙСТВА ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ УБОРКЕ КЛУБНЕПЛОДОВ

Сибирёв А.В., Сазонов Н.В.

ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», Москва, Россия

Мосяков М.А.

Российский государственный аграрный университет-Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, Москва, Россия

В статье отмечаются негативные воздействия на почву связанные с измельчением и выносом плодородного слоя почвы возникающие в процессе извлечения корнеплодов выкапывающими и сепарирующими рабочими органами уборочных машин. Предлагается применение машины для уборки клубнеплодов с устройством с более щадящим воздействием на обрабатываемый материал. Представлены ее функциональная и конструктивно-технологическая схемы с устройством для ультразвукового воздействия. Подчеркивается актуальность направления дальнейших теоретических и экспериментальных исследований процессов взаимодействия и сцепления почвенных частиц с поверхностью клубнеплодов при ультразвуковом воздействии.

Ключевые слова: конструктивно-технологическая схема, очистка, ультразвук, исследования, частота, интенсивность, установка.

CONSTRUCTIVE AND TECHNOLOGICAL SCHEME OF THE DEVICE FOR ULTRASONIC IMPACT WHEN HARVESTING CLUBS

Sibiryov A.V., Sazonov N.V.

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russia

Mosyakov M.A.

Russian state agrarian university-Moscow agricultural academy named after K.A. Timiryazev, Moscow, Russia

The article notes the negative impacts on the soil associated with the crushing and removal of the fertile soil layer arising in the process of extracting root crops by digging and separating working bodies of harvesting machines. It is proposed to use a machine for harvesting tubers with a device with a more gentle effect on the processed material. Its functional and design-technological schemes with a device for ultrasonic exposure are presented. The urgency of the direction of further theoretical and experimental studies of the processes of interaction and adhesion of soil particles with the surface of tubers under ultrasonic action is emphasized.

Key words: structural and technological scheme, cleaning, ultrasound, research, frequency, intensity, installation.

Состояние почвы оказывает решающее влияние практически на все показатели машин для уборки корнеплодов: чистота вороха, потери и повреждения продукции, надежность и энергоемкость машины, экологическую совместимость ее движителей с почвой, устойчивость курсового движения [1, 2].

Выкапывающие и сепарирующие рабочие органы, взаимодействуя с почвой измельчают ее, что увеличивает количество эрозивно опасных частиц.

Негативные воздействия на почву тем больше, чем больше почвы подается в машину корнеизвлекающими рабочими органами. Вынос плодородного слоя почвы с клубнеплодами определяется несовершенством конструкции корнеизвлекающих и сепарирующих рабочих органов.

Снижение негативного воздействия на почву, возможно обеспечить исключением или снижением количества подъема почвы извлекаемого подкапывающими рабочими органами уборочной машины. Другим путем решения этой проблемы является послеуборочная обработка товарной продукции в местах производства с возвратом на поля почвенных и органических примесей [3, 4].

Из свойств почвы наибольшее влияние на работоспособность уборочной машины оказывает механический состав и влажность. Другие показатели (плотность, пластичность, липкость, связность, твердость, прочность почвенных комков) являются в известной мере производными от первых.

По механическому составу почвы делятся на песчаные, супесчаные, суглинистые и глинистые.

Чем больше содержания «физической глины» (частиц менее 0,01 мм), тем хуже агротехнические показатели работы машины, особенно при экстремальных значениях влажности: при низкой влажности возрастают потери и повреждения корнеплодов и лука, снижается полнота сепарации почвенных комков, возрастают тяговое сопротивление и энергоемкость машин, при повышенной влажности ухудшается сепарация почвы из-за повышения ее липкости и связности, снижается несущая способность почвы, что повышает вероятность нарушения экологической совместимости движителей с почвой.

Особенности структуры почвенно-биологической среды почва-корнеплоды оказывают большое влияние на основные операции технологического процесса уборки корнеплодов: извлечение из почвы и сепарацию почвенных примесей.

На сепарируемость почвы оказывает влияние и сам корнеплод, уплотняющий окружающую его почву по мере роста.

Механическим составом и влажностью почву определяется также допустимое давление движителей на почву, которое зависит от времени года и режима работы шины.

В зависимости от влажности, как указывал В.П. Горячкин, почва может находиться в твердой, пластичной и текучей консистенции.

Как указывает Л.В. Погорелый, система почва-корнеплод состоит из почвы, случайно распределенных в ней корнеплодов и образованных в процессе их роста уплотненных очагов.

Таблица 1 – Допустимые давления движителей на почву при уборке корнеплодов

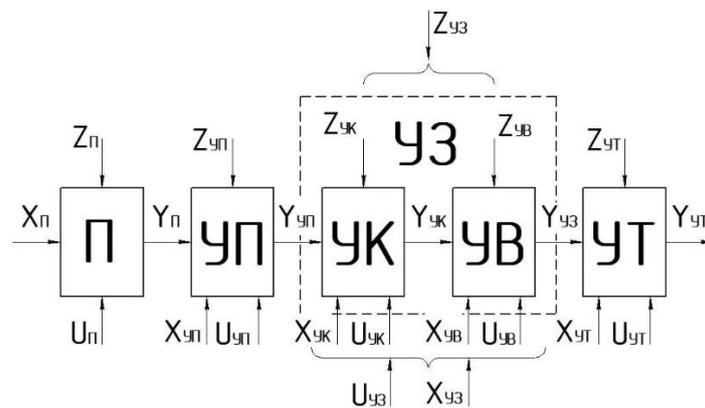
Допустимые давления, кПа (при влажности не более 0,9 НВ)	
На ведомые колеса	На ведущие колеса
125...145	115...135

Несовершенство конструкции рабочих органов уборочных машин, взаимодействующих на начальном этапе извлечения корнеплодов из почвы связано, прежде всего, в отсутствии эффективных приемов воздействия для разрушения почвенных комков, что и является одной из основных причин, сдерживающих широкое применение машин для уборки корнеплодов.

Однако, если почву следует рассматривать как один из основных факторов, оказывающим влияние на качество уборки всех овощных корнеплодов, то непосредственно каждый вид убираемого корнеплода предъявляет индивидуальные требования к конструктивным и режимно-технологическим параметрам функционирующих элементов уборочной машины. Поэтому, наряду с почвенным фактором, определяющим качественные условия уборки необходимо выделить фактор, как агрофизические свойства корнеплодов. Хранение корнеплодов прежде всего неразрывно связано с их уборкой и послеуборочной подготовкой к закладке. Важнейшее требование к уборке – не допустить потерь урожая и обеспечить высокие товарные его качества с минимумом выхода нетоварной продукции. Уборку следует проводить в оптимальные для конкретной климатической зоны сроки [3]. Как задержка со сбором урожая, так и преждевременная уборка могут существенно снизить урожай и ухудшить качество продукции. Запаздывание с уборкой поздно созревающих корнеплодных культур может привести к гибели части или всего урожая от осенних заморозков. Слишком ранняя уборка, еще интенсивно растущих корнеплодов, также приводит к недобору урожая. Кроме того, невызревшие непригодны к закладке на длительное хранение.

В настоящее время интенсивные воздействия на почву в процессе обработки неизбежно ведут к разрушению ее сложения и изменению направления естественного почвообразовательного процесса. Разрушение почвы различными механизмами усиливается при воздействии факторов внешней среды [5 - 7].

Поэтому изучение закономерностей протекания эрозионных процессов и разработка мер предотвращения последних – необходимые составные части построения почвозащитного земледелия.

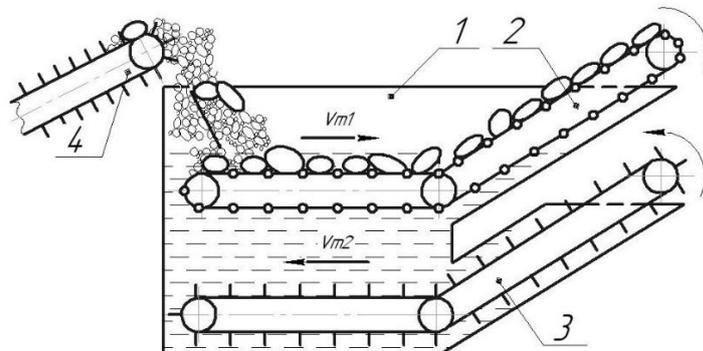


П – подкапывающий рабочий орган; УП – рабочий орган первичной сепарации; УК – рабочий орган первичной сепарации с интенсификатором сепарации; УВ – рабочий орган вторичной сепарации; УТ – валкоукладывающее устройство или выгрузной транспортер; УЗ – устройство ультразвукового воздействия; $X_{п}$, $X_{уп}$, $X_{ук}$, $X_{ув}$, $X_{ут}$, $X_{уз}$ – функции внешнего воздействия подкапывающего рабочего органа, рабочего органа первичной сепарации, рабочего органа первичной сепарации с комкодавительем, рабочего органа вторичной сепарации, рабочего органа ультразвукового воздействия и валкоукладывающего устройства; $Z_{п}$, $Z_{уп}$, $Z_{ук}$, $Z_{ув}$, $Z_{ут}$, $Z_{уз}$ и $Z_{ут}$ – функция состояния подкапывающего рабочего органа, рабочего органа первичной сепарации, рабочего органа первичной сепарации с комкодавительем, рабочего органа вторичной сепарации, рабочего органа ультразвукового воздействия и валкоукладывающего устройства; $U_{п}$, $U_{уп}$, $U_{ук}$, $U_{ув}$, $U_{уз}$ и $U_{ут}$ – функции управляющего воздействия подкапывающего рабочего органа, рабочего органа первичной сепарации, рабочего органа первичной сепарации с комкодавительем, рабочего органа вторичной сепарации, рабочего органа ультразвукового воздействия и валкоукладывающего устройства; $Y_{п}$, $Y_{уп}$, $Y_{ук}$, $Y_{ув}$, $Y_{уз}$ и $Y_{ут}$ – результирующие параметры подкапывающего рабочего органа, рабочего органа первичной сепарации, рабочего органа первичной сепарации с комкодавительем, рабочего органа вторичной сепарации, рабочего органа ультразвукового воздействия и валкоукладывающего устройства.

Рисунок 1 – Функциональная схема машины для уборки корнеклубнеплодов выкапывающего типа для однофазной уборки или первой фазы уборки

Для осуществления процесса очистки клубнеплодов от почвенных примесей предлагается конструктивная схема устройства для ультразвукового воздействия (рисунок 2), имеющая сходное исполнение с известным устройством отделения клубней картофеля в почвенной суспензии [8 - 10], с отличительной особенностью разделения посредством ультразвукового воздействия.

Устройство состоит из ультразвуковой ванны 1, в верхней части которой на небольшой глубине расположен прутковый транспортер 2 выноса корнеклубнеплодов.



1 – ультразвуковая ванна; 2 – прутковый транспортер выноса корнеклубнеплодов; 3 – скребковый транспортер выноса примесей; 4 – транспортер подачи вороха корнеклубнеплодов и почвенных примесей

Рисунок 2 – Конструктивная схема устройства для ультразвукового воздействия при уборке корнеклубнеплодов

Для выноса почвенных примесей в нижней части ультразвуковой ванны 1 расположен скребковый транспортер 3 выноса примесей. Подача вороха корнеклубнеплодов на процесс ультразвукового воздействия осуществляется посредством транспортера 4. Таким образом, с целью интенсификации процесса очистки клубнеплодов ультразвуковым воздействием на уборке в условиях супесчаных почв необходимо обеспечение режимных и технологических параметров (частота колебаний ультразвука $f_1=48$ кГц, интенсивность колебаний $S=42$ Вт/см², время воздействия $t=90$ с) ультразвукового оборудования в интервале значений, достаточных для обеспечения полноты очистки в пределах $\nu=84,7\%$. Однако, при уборке корнеклубнеплодов на тяжелых суглинистых почвах максимальная полнота очистки клубнеплодов достигает максимального значения $\nu=88,3\%$ при значении максимального времени ультразвукового воздействия $t=480$ с.

Для обеспечения более качественного процесса очистки необходимо увеличение технологических параметров ультразвукового воздействия до следующих пределов: частота колебаний ультразвука $f_1=48...58$ кГц, интенсивность колебаний $S=42...62$ Вт/см².

Исследование процессов взаимодействия и сцепления почвенных частиц с поверхностью клубнеплодов при ультразвуковом воздействии является актуальным направлением дальнейших теоретических и экспериментальных исследований.

Статья подготовлена при финансовой поддержке РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, тема проекта «Обоснование параметров ультразвукового воздействия интенсификации очистки клубней картофеля и топинамбура от почвенных примесей и исследование его влияния на процессы хранения», №1.1.5

Литература

1. Li S.T, Chen X.B, Chen W, Zhu S.P, Li Y.W, Yang L. (2018), Soil-cutting simulation and parameter optimization of handheld tiller's rotary blade by Smoothed Particle Hydrodynamics modeling and Taguchi method. Journal of Cleaner Production, Issue number 179: 55–61.
2. Sojka R.E, Horne D.J, Ross C.W, Baker C.J. (1997), Subsoiling and surface tillage effects on soil physical properties and forage oat stand and yield, Soil and Tillage Research, Issue number 40 (3-4): 25 – 144.
3. Nappé Mordi N. Al-Dosary (2016), Potato harvester performance on tubers damage at the eastern of Saudi Arabia, CIGR Journal, Issue number 18(2): 32 – 42.
4. Amol B. Rohokale, Pavan D. Shewale, Sumit B. Pokharkar, Keshav K. Sanap. (2014) A review on multi-seed sowing machine, International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET), Issue number 5, pp. 180-186, Tamilnadu / India.
5. Sun D.X, Zhang A.M, Gong J.X. (2016), Design and experiment on 1SZL-250A type subsoiling rotary tillage fertilizer combined soil working machine, Journal of Chinese Agricultural Mechanization, Issue number 37(4): 1 – 6.
6. James L. Brewster. Onions and Other Vegetable Alliums (2008): 2-nd edition. – CABI, 2008. – 432 pp. – (Crop Production Science in Horticulture, 15), Cambridge / England.
7. Емельянов, П.А. Теоретические исследования конструкционных параметров дискового заделывающего органа машины для посадки лука-севка / П.А. Емельянов, А.В. Сибирёв // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – № 5. – С. 29 – 32.
8. Сибирёв, А.В. Методика экспериментального исследования ультразвукового воздействия на процесс очистки корнеклубнеплодов от почвенных примесей / А.В. Сибирёв, А.Г. Аксенов // Advances in Science and Technology. Сборник статей XVIII международной научно-практической конференции. Научно-издательский центр «Актуальность.РФ». 2019. С. 97-99.
9. Дорохов А.С. Результаты исследований процесса очистки клубней картофеля ультразвуковым воздействием / А.С. Дорохов, А.Г. Аксенов, А.В. Сибирёв // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 2 (46). С. 6-13.
10. Ультразвуковые колебательные системы для синтеза полимерных композиционных материалов: монография / Д.А. Негров, Е.Н. Еремин, А.А. Новиков, Л.А. Шестель. – Омск: Ом ГТУ, 2012. – 128 с.