

А. С. Воробей¹, В. В. Голдыбан¹, Ю. Н. Бабак²

¹ РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: labpotato@mail.ru

² ГУ «Белорусская МИС»

пос. Привольный, Минский р-н, Республика Беларусь

E-mail: yuribabak@tut.ru

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ РАВНОМЕРНОСТИ ПОСАДКИ КАРТОФЕЛЯ

Аннотация. В статье рассмотрена проблема равномерности посадки клубней картофеля и пути ее решения в конструкции современных картофелесажалок. Предложена перспективная конструкция высаживающего аппарата, обеспечивающая точную посадку клубней картофеля.

Ключевые слова: пневматические высаживающие аппараты, клубни, картофель, вакуум, точная посадка.

A. S. Verabei¹, V. V. Goldyban¹, U. N. Babak²

¹ RUE “SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization”

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: labpotato@mail.ru

² SI «Belarusian MTS»

s. Privolny, Minsk dis., Republic of Belarus

E-mail: yuribabak@tut.ru

WAYS TO INCREASE THE UNIFORMITY OF POTATO PLANTING

Abstract. In article was saw problem uniformity of feed the tubers of potatoes and ways it decide in construction modern planters. A promising design of the planting apparatus is proposed, which ensures accurate planting of potato tubers.

Keywords: pneumatic planter’s apparats, tubers, potatoes, vacuum, exactly planter.

Введение

Картофель считается культурой с высоким потенциалом продовольственной безопасности и высокой продуктивностью из-за ее способности обеспечивать высокий урожай на единицу затраченного семенного материала за более короткий вегетативный период (в основном менее 120 дней) по сравнению с основными зерновыми культурами, такими как кукуруза. По энергетическим запасам картофель находится на пятом месте, уступая пшенице, кукурузе, рису, ячменю. Продукцию картофелеводства потребляет почти каждый пятый житель планеты, а для каждого десятого это один из основных пищевых продуктов, за что получил название «второго хлеба».

В современной сложной экономической ситуации его значение в продовольствии возрастает.

Основная часть

Одной из основных операций при возделывании картофеля является посадка. Основными задачами посадки являются обеспечение заданной площади питания и глубины заделки, которые во многом определяют величину будущего урожая, так как от них зависят дальнейший рост и развитие растений [1].

Для посадки клубней картофеля чаще всего используют четырехрядные сажалки с высаживающим аппаратом ленточного либо цепного типа с двумя рядами ложечек для захвата и транспортирования семенного материала. Отечественная промышленность выпускает ряд картофелесажалок

с данным типом высаживающих аппаратов: СК-4 (ГП «Экспериментальный завод» РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск), КСМ-4 (ОАО «Агропромсельмаш», г. Лида), Л-202 и Л-207 (ОАО «Управляющая компания холдинга «Лидсельмаш», г. Лида). Использование двух рядов ложечек позволяет обеспечить производительность отечественных сажалок до 6–10 га за смену.

Несмотря на достаточно высокую производительность высаживающих аппаратов ложечного типа, данная конструкция не обеспечивает равномерного распределения клубней в гнезде. Это связано, в первую очередь, с естественными вариациями формы и размера клубней, плохой их текучестью в бункере и инерционностью клубней в момент схода с ложки и поступления в борозду. Первые два фактора обуславливают захват ложечкой двух клубней либо их отсутствие, в результате чего в поле могут встретиться гнезда с числом клубней от 0 до 4-х. Инерционность клубней также влияет на равномерность распределения клубней в борозде. Для распределения клубней картофеля в борозде с заданным шагом необходимо, чтобы клубни сбрасывались на дно борозды ложечкой с горизонтальной абсолютной скоростью, равной нулю. На практике клубни выбрасываются из ложечки центробежной силой, происходит их раскатывание в гнездах, что в свою очередь изменяет равномерность размещения гнезд вдоль рядков. Из-за особенности подачи клубней ложечкой в борозду равномерность распределения клубней в поле картофелепосадочными машинами с ленточно-ложечковым высаживающим аппаратом не превышает 65–80 % [2].

Повысить равномерность распределения клубней в поле, снизить количество двойников и пропусков можно за счет улучшения конструкции картофелесажалки.

Учеными из Ганьсуского сельскохозяйственного университета города Ланьчжоу (Китай) в работе [3] предложена картофелесажалка с компенсирующим устройством. Проведены исследования системы контроля посадки и компенсационного контроля для картофелесажалки (рис. 1).



Рис. 1. Экспериментальная установка: 1 – обгонная муфта; 2 – цепь; 3 – системный контроллер; 4 – привод; 5 – датчики положения ложечки; 6, 7 – комплект фотоэлектрических датчиков для определения дозировки клубней; 8 – дозатор клубней

Ими было предложено использовать в конструкции картофелесажалок компенсирующие устройства на базе односторонней муфты. Когда система идентификации пропусков с помощью инфракрасного излучения либо емкостного датчика фиксирует случай пропуска, посадка последующих клубней будет произведена на более высокой скорости высаживающего аппарата посредством электродвигателя через компенсирующую одностороннюю муфту. После завершения компенсации системный контроллер отключает компенсирующий двигатель, и привод высаживающего аппарата будет производиться от опорных колёс сажалки.

С целью повышения равномерности посадки картофеля в РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» предложена конструкция высаживающего аппарата ременного типа,

которая предназначена для посадки откалиброванных клубней картофеля и топинамбура на грядках в 2 ряда с междурядьями 75 см и шириной гряды 1,5 м [4].

Идея компенсации пропусков и двойников реализована в картофелесажалке грядкового типа СГ-2 с высаживающими аппаратами ременного типа (рис. 2). Из бункера в почву клубни попадают, пройдя три уровня. Вначале они покидают гидравлически наклоняемый бункер через подающий люк и падают на транспортер. Тот подает их во вторую секцию, где угловые датчики контролируют подачу клубней на шесть ремней круглого сечения; эти ремни постепенно выстраивают клубни в ряд. Большой поролоновый ролик на переднем конце ремней замедляет клубни так, что они падают в борозду равномерно. Избыточные клубни направляются спиральным роликом с двух возвратных транспортеров, по одному с каждой стороны от основного, обратно на ремни круглого сечения. Скорость ремней (следовательно, и расстояние между клубнями) контролируется автоматически, с использованием информации от ультразвукового датчика, который сканирует поток клубней, высаживаемых в почву.

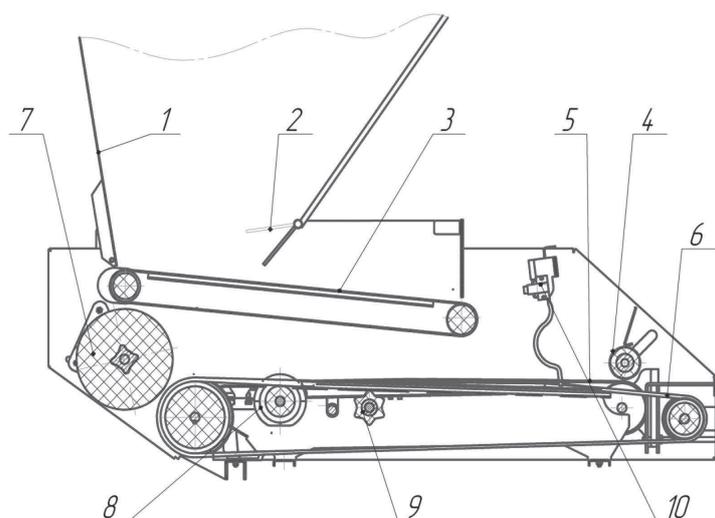


Рис. 2. Высаживающий аппарат сажалки СГ-2: 1 – бункер, 2 – заслонки, 3 – подающий конвейер, 4 – отбойный валец, 5 – возвратные транспортеры, 6 – посадочный ремень, 7 – поролоновый ролик, 8 – кулачок, 9 – встряхиватель, 10 – датчик уровня

Учеными из инженерного колледжа Китайского сельскохозяйственного университета Пекина (Китай) был предложен высаживающий аппарат картофелесажалки цепочно-чашечного типа (рис. 3, 4) [5].

Система управления дозированием состоит из микроконтроллера, управления двигателем и GPS-навигации. Управляющий сигнал усиливается с помощью цифро-аналогового преобразователя. Рабочая скорость изменяется при помощи GPS. Главный контроллер реализует управление обратной связи, используя алгоритм ПИД-регулирования.

Также в высаживающем аппарате цепочно-чашечного типа в отверстиях стаканов располагаются два лазерных датчика. Один лазерный датчик определяет количество пропусков клубней, а второй – количество двойников в чашечках, и оба они подают сигнал на микроконтроллер. Микроконтроллер с помощью цифро-аналогового преобразователя снижает скорость движения цепочно-чашечного конвейера, это позволяет снизить число образуемых двойников в чашечках, за счет чего в свою очередь повышается точность раскладки клубней в борозде.

Учеными из колледжа машиностроения и электротехники Китая была предложена схема работы высаживающего аппарата ленточно-ложечного типа [6].

Высаживающий аппарат согласно рис. 5 состоит из натяжного устройства, ложечек, расположенных на ленте, воздушной камеры, ремня, бункера для клубней, системы очистки клубней.

Принцип работы высаживающего аппарата для посадки клубней заключается в том, что при включении вентилятора воздушной камеры в ней образуется отрицательное давление. При этом

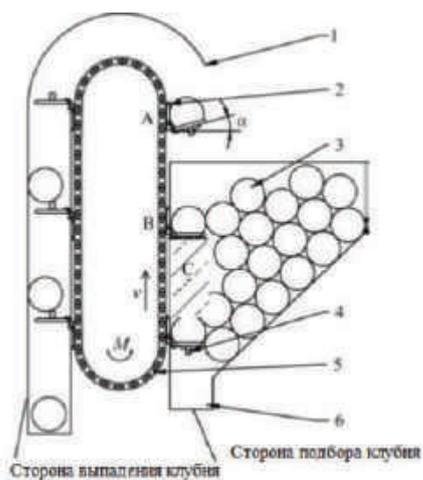


Рис. 3. Схема высаживающего аппарата картофелесажалки цепочно-чашечного типа: 1 – шахта; 2 – цепь; 3 – клубни картофеля; 4 – чашечка для клубней; 5 – приводная цепь; 6 – бункер



Рис. 4. Экспериментальная установка картофелесажалки цепочно-чашечного типа: 1 – ящик для забора клубней; 2 – мотор-редуктор; 3 – контроллер; 4 – привод; 5 – рама; 6 – бункер; 7 – цепь; 8 – высаживающий стакан; 9 – защитная пластина; 10 – натяжное устройство

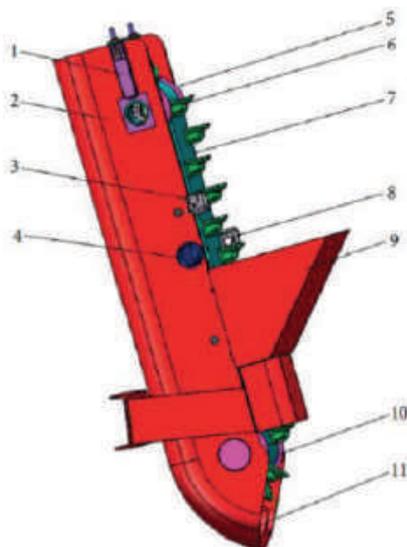


Рис. 5. Конструкция высаживающего аппарата ленточно-ложечного типа: 1 – натяжное устройство, 2 – рама, 3 – чистики, 4 – воздушная камера, 5 – впускное отверстие, 6 – реверсивной диск, 7 – ложечка, 8 – ремень, 9 – бункер, 10 – ведомое колесо, 11 – сошник

поверхность каждой ложечки соприкасается с воздушной камерой, формирует всасывающую силу, удерживающую клубень картофеля. Каждая ложечка захватывает один клубень картофеля. Когда ложечка перемещается в воздушную камеру, клубни картофеля через отверстие в воздушной камере удерживаются вакуумом в ложечках. Клубни, на которые не действует сила всасывания, падают обратно в бункер.

Выполнив обзор и анализ и оценив достоинства и недостатки высаживающих аппаратов различных типов, считаем, что наиболее перспективным для равномерной посадки клубней картофеля является высаживающий аппарат вакуумного типа.

Для повышения равномерности посадки клубней картофеля в высаживающем аппарате вакуумного типа планируется использовать отрицательное (вакуумное) давление, чтобы захватить посевной материал, и положительное (воздушное давление) давление, чтобы высадить его в борозду в точно определенный момент.

Предполагается, что высаживающий аппарат вакуумного типа будет состоять из вращающегося колеса, на концах которого будут располагаться всасывающие рукава с расширяющимися захватами (рис. 6).

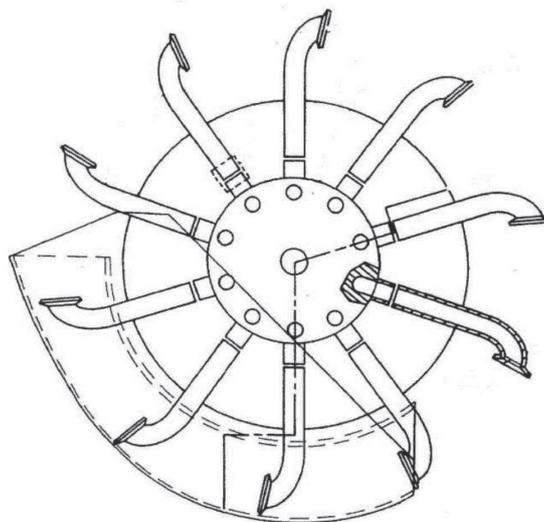


Рис. 6. Подъемное колесо вакуумного высаживающего аппарата (вид сбоку)

Основная идея будет заключаться в вакуумном механизме захвата клубня из бункера-дозатора, удержании его в процессе перемещения до тех пор, пока воздушный поток не заставит его высвободиться в строго определенный момент. Система позволит полностью исключить центробежную силу и обеспечить точную посадку на любой скорости. Использование отрицательного давления воздуха для удержания клубней позволит исключить захват одновременно двух клубней, а их надёжная фиксация – не допустить появления пропусков.

Заключение

Посадка картофеля с помощью пневматической высаживающей системы – это новая и весьма перспективная технология, привлекающая в последнее время внимание все большего числа исследователей. Технология ориентирована на скоростную посадку картофеля с высокой точностью.

Высаживающий аппарат вакуумного типа, в отличие от других имеющихся на сегодняшний день высаживающих аппаратов, является более перспективным для равномерной раскладки клубней картофеля в рядке.

Список использованных источников

1. Arega A, Tekalign A, Solomon T, Tekile B (2018) Effect of Inter and Intra Row Spacing on Tuber Yield and Yield Components of Potato (*Solanum tuberosum* L.) in Guji zone, Southern Ethiopia // *Journal of Advancements in Plant Science*, 1: 102
2. Техника сельскохозяйственная. Машины для посадки картофеля. Методы испытаний : ГОСТ 28306-2018 – Взамен ГОСТ 28306-89 ; введ. 01.01.2020. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2019. – 34 с.
3. Guanping, W. Realization of an integrated seeding and compensating potato planter based on one-way clutch / W. Guanping, S. Wei, , C. Lea-Der, Z. Hua, L. Xiaolong, L. Hongling, Y. Xiaoping, Y. Hao / *Int. J. Agric & Biol. Eng.* – 2020.– Vol. 13 No.3 79, P.79–87.
4. Механизация выращивания картофеля // *Вестник овощевода.* – 2017. – № 5–6. – С. 18–21.
5. Lü J. Design and experiment of precision air-suction type planter for potato / J. Lü, S. Yi, G. Tao, X. Mao // *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering* 34(10):2018, 16–24 / DOI: 10.11975/j.issn.1002-6819.2018.10.002.
6. Niu, K. Design and experiment on automatic compensation system of spoon-chain potato metering device / Niu, K, Zhou L M, Yuan Y W, Liu Y C, Fang X F. // *Transactions of the CSAM*, 2016; 47(10): 76–83.
7. Wanzhi, Z. Optimized Design and Experiment on Novel Combination Vacuum and Spoon Belt Metering Device for Potato Planters / Z. Wanzhi, L. Chenglong, L. Zhaoqin, Q. Xieteng, L. Haoyu, // *Mathematical Problems in Engineering*, Volume 2020, Article ID 1504642, 12 pages <https://doi.org/10.1155/2020/1504642>.