

После преобразований формулы (3) с учетом соотношения (4) получим выражение для расчета числа ступеней компенсации

$$N = \frac{V}{S} = \frac{\sqrt{\sum_{j=1}^m \omega_j^2}}{0,98 \sqrt{(TA_{\Delta}^2 - \delta_{\text{э}}^2 - \delta_{\text{уэ}}^2 - \delta_{\text{к}}^2)}}. \quad (5)$$

Погрешность размера эталона замыкающего звена A_{Δ} может быть принята равной технологическому допуску этого размера. Так как количество требуемых эталонов замыкающего звена A_{Δ} для изделия определенной конструкции невелико, то их без существенных затрат можно изготовить с максимально возможной на данном предприятии точностью (обычно с точностью размера по 6...7 квалитетам).

Погрешность установки эталона $\delta_{\text{уэ}}$ следует рассчитывать на основе геометрических схем его возможных перекосов в собираемом изделии. При исключении возможности перекосов эталона погрешность его установки может быть принята равной большому из двух параметров: либо погрешности формы установочной поверхности эталона; либо параметру R_z шероховатости установочной поверхности эталона.

Предлагаемая методика позволяет повысить объективность расчетов величины компенсации, ступени компенсации, числа неподвижных компенсаторов в комплекте на одно изделие путем учета влияния случайных погрешностей сборочных работ и оснастки. Ее использование при проектировании техпроцессов сборки машин позволит повысить эффективность технологической подготовки производства.

Список цитированных источников

1. Маталин, А. А. Технология машиностроения: учебник / 5-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2020. – 512.
2. Солонин, И. С. Расчет сборочных и технологических размерных цепей / И. С. Солонин, С. И. Солонин. – М. : Машиностроение, 1980 – 110 с.
3. Технология машиностроения (специальная часть) : учебник для машиностроительных специальностей вузов / А. А. Гусев [и др.] – М. : Машиностроение, 1986. – 480 с.
4. Балакшин, В. С. Основы технологии машиностроения. – М. : Машиностроение, 1969 – 358 с.

УДК 621.865.8

Корнещук И. И.

Научный руководитель: к. т. н., доцент Голуб В. М.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ РОБОТИЗИРОВАННОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА РАССАДЫ В КРУПНЫХ МАСШТАБАХ

В статье рассматривается концепт и реализация роботизированной установки для производства рассады в крупных масштабах, подробное описание всех составляющих установки, аргументация выбора материалов, устройств.

Сельскохозяйственные культуры, требующие кропотливого ухода, имеющие длительный срок созревания, чаще всего выращивают с помощью рассады. Делается это для того, чтобы сократить на треть или даже в половину срок выращивания овощей на самом огороде и получить урожай на полтора месяца раньше. Реализация роботизированной установки для производства рассады в крупных масштабах позволит автоматизировать сельское хозяйство, увеличить объем производимой продукции на экспорт, тем самым стимулируя экономику Республики Беларусь, обеспечить полное замену импортируемой рассады.

Роботизированная установка предназначена для создания рассады в больших масштабах. За один час непрерывной работы аппарат может создать около 120-ти единиц продукта, полностью готового к продаже и реализации. За час работы проходят все необходимые этапы: подготовка сырья, его передвижение, упаковывание и систематизирование в партии товара. Установка полностью исключает обязательно наличие человека в этапах производства продукции, тем самым систематизируя и оптимизируя весь процесс, ускоряя его. Все 120 единиц товара-рассады создаются в четкой последовательности без погрешностей, исключая тем самым вероятность образования брака. В следствии чего в разы уменьшаются товарные потери сохраняя прибыль.

Конструкция роботизированной установки является универсальной. За счет незначительного изменения механизма и параметров раскрывается новый потенциал и возможности данной установки. Например, порционная фасовка сыпучих товаров по тарам. Благодаря гибкости функциональных возможностей, роботизированная установка идеально подойдет не только для сельскохозяйственной, но также и для пищевой промышленности. 3D модель роботизированной установки представлена на рисунке 1.

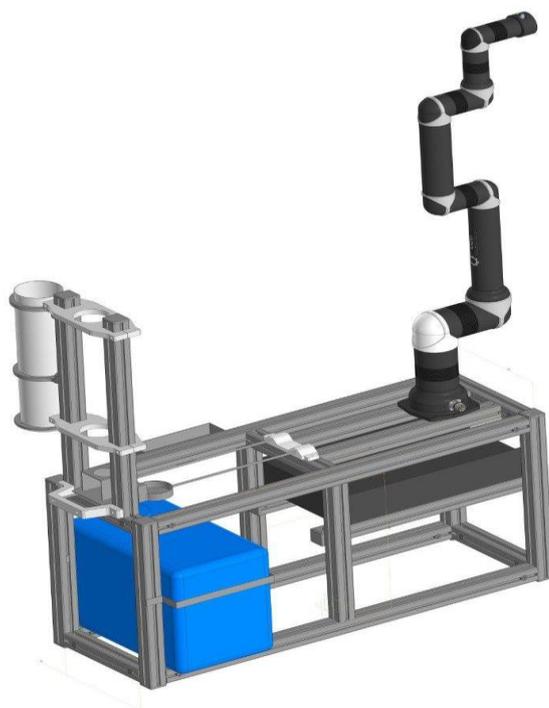


Рисунок 1 – Роботизированная установка

Высокий функционал достигается основными составляющими: робот Rozum Pulse, рама, дополнительные детали.

В начале создания концепта роботизированной установки были поставлены задачи – сделать установку экологичной, эргономичной, практичной, универсальной, научно-технически актуальной, четкой и экономичной.

Экологичность достигается выбором качественного материала и сырья, не имеющего токсичных свойств, что позволяет безопасный контакт с ней.

Эргономичность достигается удобным и четким расположением каждой составляющей установки, что позволяет удобно расположить ее на предприятии и осуществить взаимосвязь с остальными узлами производства.

Практичность вытекает из предыдущего пункта об эргономичности. Однако практичность больше нацелена на удобство пользования установкой человеком.

Универсальность достигается сборно-разборной конструкцией установки и многочисленным функционалом при смене основных параметров и механизмов.

Научно-техническая актуальность обусловлена наличием передовых технологий в установке, в частности, благодаря наличию робота Rozum Pulse.

Четкость осуществляется при правильном программировании и соблюдении необходимых пропорций для производства.

Экономичность возможна благодаря использованию недорогих, но долговечных материалов.

Робот Rozum Pulse является коллаборативным роботом компании Rozum Robotics (Розум Роботикс). Коллаборативный робот – это робот, который может безопасно взаимодействовать напрямую с человеком. Коллаборативные роботы отличаются небольшим весом и размером, ими легко управлять вручную. Благодаря компьютерному зрению и высокоточной системе моторов коллаборативных роботов можно использовать без установки защитных клеток и других дорогостоящих систем безопасности. Изображение робота представлено на рисунке 2.



Рисунок 2 – Робот Rozum Pulse

PULSE — это линейка роботов-манипуляторов для автоматизации производственных процессов, а также для использования в исследовательских, образовательных проектах и в сфере развлечений.

Роботы-манипуляторы идеальны для автоматизации повторяющихся задач с незначительными изменениями параметров процесса, таких как: упаковка и складирование, загрузка/разгрузка станков с ЧПУ, нанесение герметика, работа на конвейере, приготовление кофе и коктейлей и пр.

PULSE имеет модульную конструкцию и шесть степеней свободы. На практике это означает, что с помощью PULSE вы можете автоматизировать 95 % всех производственных задач.

Робот оснащен универсальным фланцем международного стандарта ISO 9409-1-50-4-M6. Это значит, что для перепрофилирования робота вам достаточно установить на PULSE любой другой захватный механизм: для работы со сварочным оборудованием, лазерными инструментами, видеокамерами, кофейным оборудованием и т. д.

Роботизированная рука манипулятор PULSE безопасна, не требуют установки дорогостоящего защитного ограждения и может работать в прямом контакте с человеком.

Роботов PULSE можно программировать в режиме ручного обучения. Это делает установку, настройку и отладку робота быстрой и простой даже для пользователя, не имеющего опыта программирования. А для максимального контроля продвинутые пользователи могут использовать возможности API.

Основная рама собрана из универсального алюминиевого профиля, обеспечивающего надежную и легкую конструкцию, отвечающей эргономическим требованиям, для удобной транспортировки всей системы. Чертеж рамы представлен на рисунках 3, 4.

Профиль из алюминия имеет следующие плюсы.

- Продолжительный срок службы. Материал выдерживает высокие нагрузки, не боится температурных перепадов, не покрывается коррозией и не деградирует со временем. Считается, что металл не теряет своих свойств на протяжении 50 и более лет.

- Устойчивость к влаге. Алюминий не боится контакта с водой, паром или агрессивной химией. Именно поэтому его устанавливают в производственных цехах или на предприятиях пищевой продукции.

- Экологическая чистота. При нагревании или под воздействием ультрафиолета металл не выделяет неприятные запахи или канцерогены. Он полностью безопасен для человека.

- Декоративный внешний вид. Профиль выглядит презентабельно, при необходимости его можно покрыть краской.

- Доступная цена. Данный материал считается лучшим в соотношении стоимости и качества.

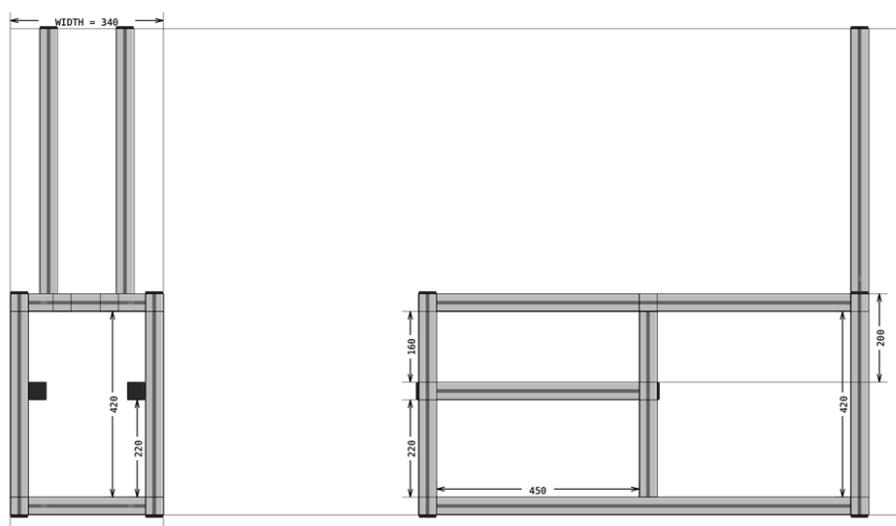


Рисунок 3 – Рама чертеж вида спереди и сбоку

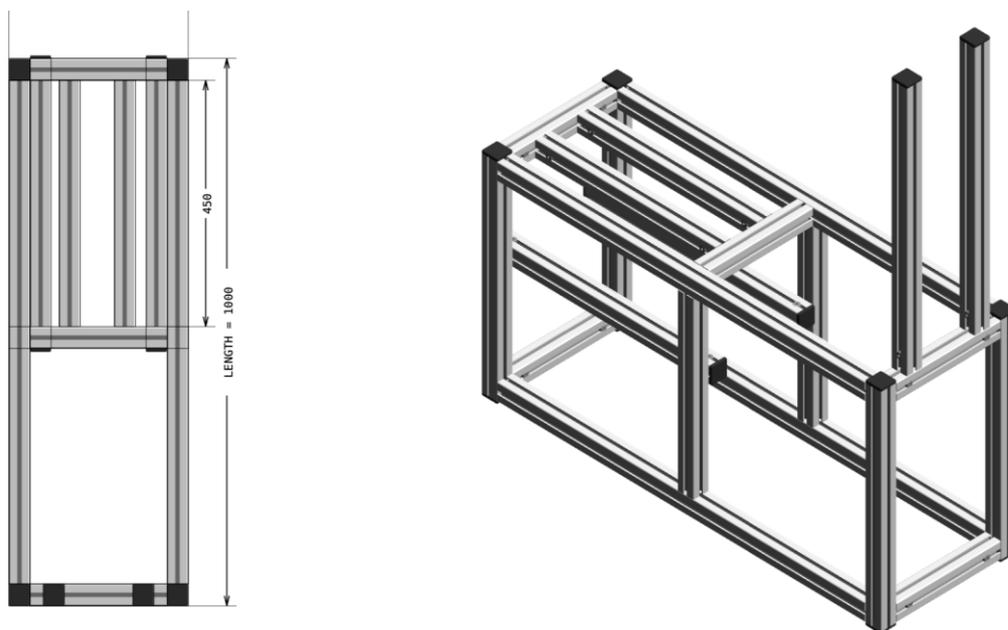


Рисунок 4 – Рама чертеж сверху, изометрический вид

В проекте использовались детали напечатанные на 3D-принтере. Данная технология позволяет изготовить детали сложной формы быстро и не дорого. Все модели были спроектированы в программе Ultimaker Cura. Пример модели детали представлен на рисунке 5.

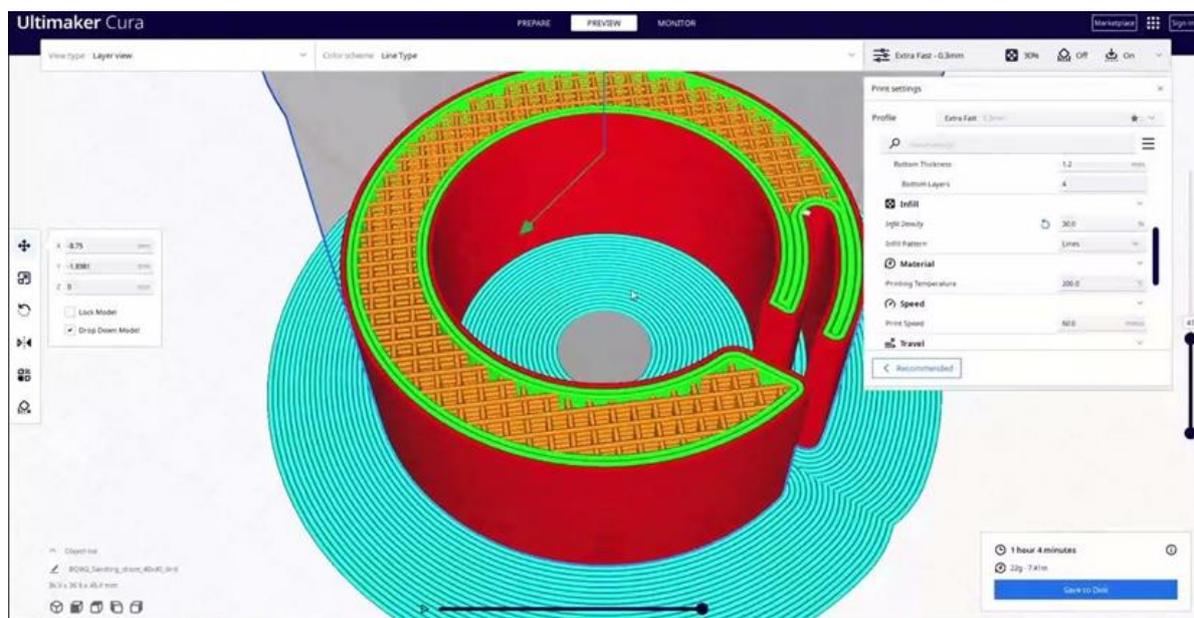


Рисунок 5 – Модель детали

Cura — слайсер 3D-моделей с открытым исходным кодом для 3D-принтеров. Он был создан Дэвидом Брэмом, который позже работал в Ultimaker, компании по производству 3D-принтеров, для обслуживания программного обеспечения.

Использование Ultimaker Cura позволило быстро и качественно спроектировать модели для печати, которые в последствии были использованы для создания роботизированной установки.

Для печати использовался пластик PLA.

PLA – полимолочная кислота, представляет собой термопластичный мономер, полученный из возобновляемых органических источников, таких как кукурузный крахмал или сахарный тростник. Использование ресурсов биомассы отличает производство PLA от производства большинства пластмасс.

У пластика PLA выделяются следующие особенности:

- Плотность – 1,23–1,25 г/см³;
- температура плавления – 170–180° С;
- температура стеклования – 60° С;
- стойкость к температурам до 70° С;
- высокая механическая прочность;
- гибкость и эластичность.

Выводы

На основании ранее приведенных разделов реализации роботизированной установки для производства рассады в крупных масштабах выполнено следующее:

- разработана установка, имеющая высокую производительность (1 час = 120 единицам товара) и отвечающая всем поставленным задачам по обеспечению экологичности, эргономичности, практичности, универсальности, научно-технической актуальности, четкости и экономичности;
- проведено внедрение актуального оборудования в процессе создания роботизированной установки.

Все это позволяет сделать вывод о перспективе использования роботизированной установки для производства рассады в крупных масштабах на всевозможных сельскохозяйственных и пищевых предприятиях.

Список цитированных источников

1. Rozum Robotics: [Электронный ресурс]. <https://rozum.com/ru/robotizirovannaya-ruka/>
2. Ultimaker Cura: [Электронный ресурс]. <https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura/>
3. Modus: [Электронный ресурс]. <https://modusline.by/articles/preimucshestva-alyuminievogo-profilya.html>

УДК 681.523.4

Крачко Д. С.

Научный руководитель: к. т. н., доцент Савчук С. В.

СПОСОБЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ МЕХАНИЗМОВ НАВЕСНОЙ СИСТЕМЫ ТЯГОВОГО СРЕДСТВА

При выполнении агротехнического процесса обработки почвы или посева самый значимый параметр – это выполнение технологической операции обработки почвы с поддержанием стабильной одинаковой глубины. Данная задача решается с помощью конструктивных и технологических решений при проектировании элементов навески рабочих органов, а также выбором оптимального способа позиционирования навесного устройства тягового средства.