

А. И. Кутырев, мнс, аспирант
ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, г. Москва
alexeykutyrev@gmail.com

УДК 681.5

РАСЧЕТ ПРИВОДА РАБОЧЕГО ОРГАНА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО АГРЕГАТА МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ САДОВЫХ РАСТЕНИЙ

Резюме. В статье представлена 3D модель автоматизированного агрегата магнитно-импульсной обработки растений. Проведены расчеты линейного привода агрегата и представлены основные преимущества его использования в качестве исполнительного элемента на навесном оборудовании сельскохозяйственной технике.

Ключевые слова: автоматизированный агрегат, линейный привод, магнитно-импульсная обработка, облучение растений.

Summary. The article presents a 3D model of an automated assembly for magnetic-impulse processing plants. The calculations of the linear actuator assembly have been made and the main advantages of its use as a control element on attachments to agricultural machinery are presented.

Key words: automated assembly, linear actuator, magnetic pulse processing, plants irradiation.

Современное сельское хозяйство требует разработки и применения эффективных автоматизированных агрегатов на основе новых методов воздействий на объекты агросистемы, создание и использование которых в промышленном садоводстве приведёт к значительному снижению затрат труда. В настоящее время актуальной является задача повышения уровня механизации и автоматизации производства плодов и ягод на всех технологических стадиях с целью получения высококачественной продукции в объёмах, соответствующих требованиям продовольственной безопасности России [1, 2].

С помощью средств САПР «КОМПАС-3D» визуализирована 3D-модель автоматизированного агрегата магнитно-импульсной обработки растений, на которой в качестве приводов рабочих органов (индукторов) используются закрепленные на раме электронно управляемые электроцилиндры (линейные приводы) (рис. 1).

Линейные приводы агрегата предназначены для автоматической адаптации к различным агротехнологическим параметрам растений и подстройки к междурядьям для облучения растений низкочастотным магнитным полем [3, 4].

Наиболее важными факторами для оценки и подбора линейных приводов разрабатываемого агрегата являются усилие втягивания и толкания,

статическая и динамическая грузоподъемность, скорость, длина хода, продолжительность включения и ресурс. Для решения поставленных задач проведены теоретические исследования на основе известных методов инженерных расчетов и высшей математики [5].

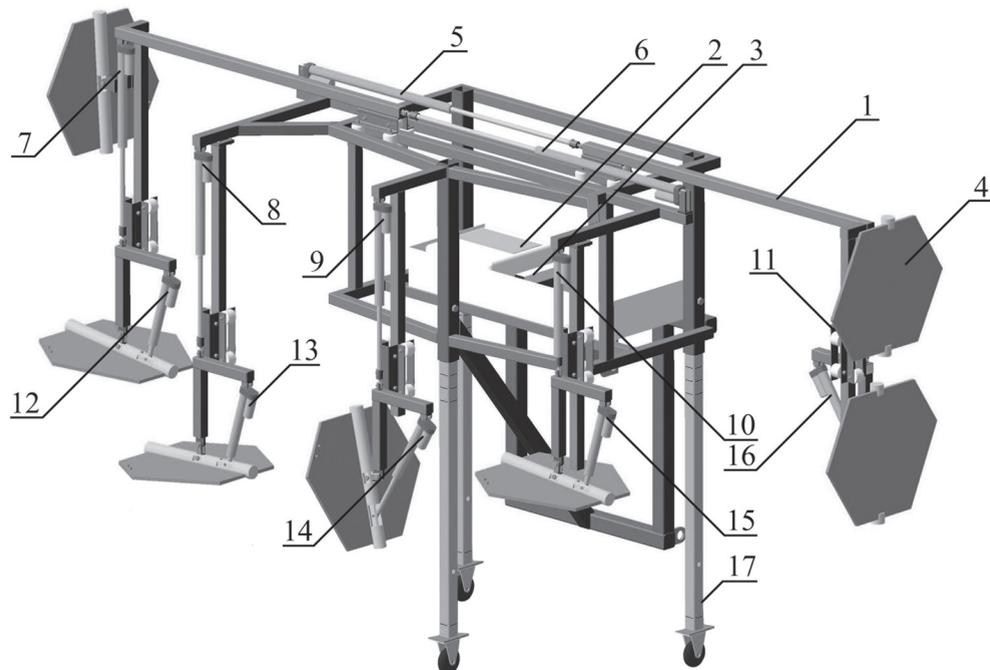


Рис. 1. 3D-модель автоматизированного агрегата магнитно-импульсной обработки растений.

1 – рама автоматизированного агрегата, 2 – аппарат магнитно-импульсной обработки растений, 3 – инвертор, 4 – рабочие органы (индукторы), 5, 6 – электроцилиндры изменения ширины захвата агрегата, 7, 8, 9, 10, 11 – электроцилиндры поддержания заданного расстояния между индукторами и растениями, 12, 13, 14, 15, 16 – электроцилиндры изменения угла наклона, 17 – съемные колеса.

Две основные характеристики линейного привода – это создаваемое усилие и скорость перемещения выходного звена – определяют его выходную мощность. Скорость линейного привода варьируется при различных нагрузках в зависимости от используемого двигателя (рис. 2).

Мощность линейных приводов, обеспечивающих требуемую скорость и усилие, составляет 50 Вт.

Линейные приводы рассчитаны на прерывистую работу (рис. 3).

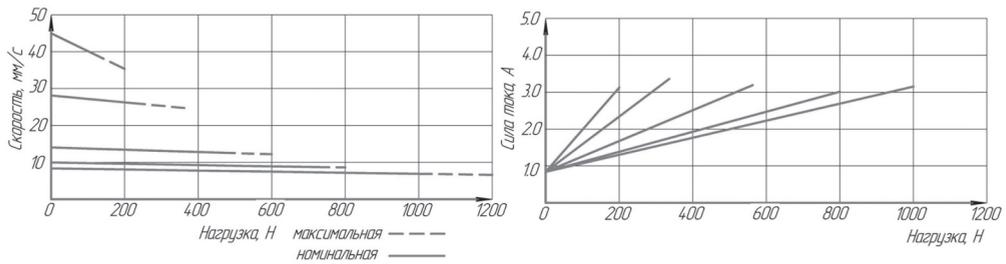


Рис. 2. Графики зависимости скорости и силы тока линейного привода от нагрузки

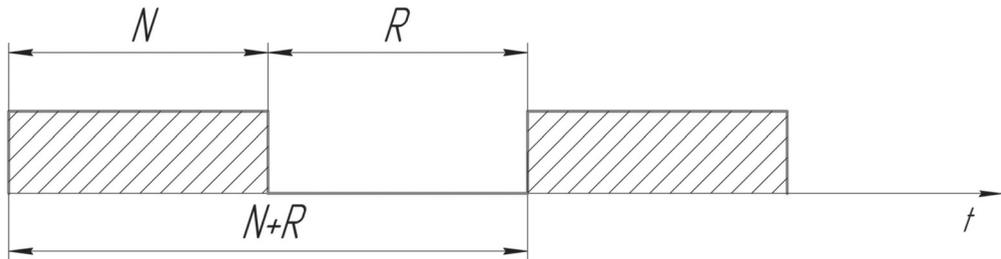


Рис. 3. Цикл работы линейного привода

Продолжительность включения и коэффициент использования определяют максимальный период времени работы привода без остановки:

$$K_{\text{исп}} = \frac{N}{N + R} \cdot 100\%$$

где $K_{\text{исп}}$ – коэффициент использования, N – работа под нагрузкой, R – период остановки, $N+R$ – общая продолжительность цикла.

Электроцилиндр поддержания заданного расстояния между индукторами и растениями работает по следующему циклу: 5 секунд работа, 5 секунд пауза, 5 секунд работа, 5 секунд пауза и т. д. Тогда коэффициент использования для этого рабочего цикла:

$$K_{\text{исп}} = \frac{5 + 5}{(5 + 10) + (5 + 10)} \cdot 100\% = 33,3\%$$

На рисунке 4 показано, что допустимая нагрузка ($K_{\text{факт}}/K_{\text{расчет}}$) на привод с требуемым рабочим циклом составляет 69% от максимальной динамической нагрузки.

Тогда допустимая нагрузка на линейный привод поддержания во время работы заданного расстояния между индукторами и обрабатываемой культурой с нагрузкой 500 Н при необходимом рабочем цикле составит:

$$F_{\text{д}} = 0,69 \cdot 500 = 345 \text{ Н}$$

Ресурс работы линейного привода зависит от нагрузки, длины хода и от того, насколько часто срабатывает предохранительная муфта. Для расчета базового номинального ресурса линейного привода достаточно знать динамическую нагрузку и фактический ход штока [6].

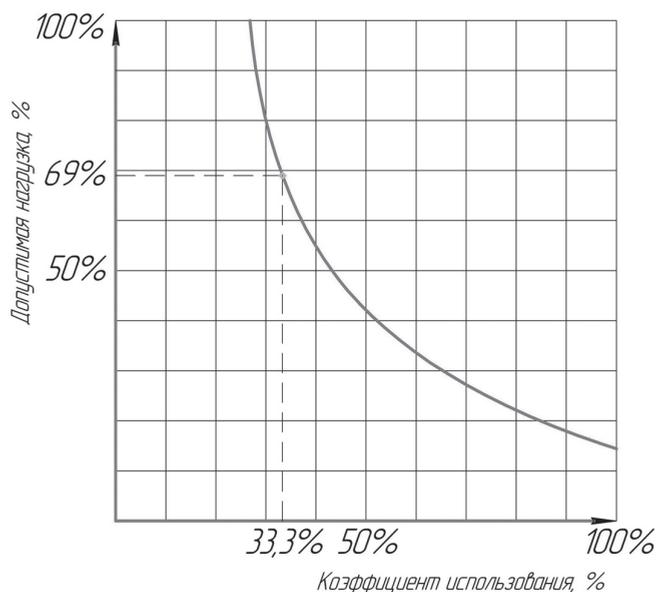


Рис. 4. График зависимости допустимой нагрузки от коэффициента использования

Подобранные линейные приводы для автоматизированного агрегата обеспечивают точное, управляемое, повторяющееся возвратно-поступательное движение типа толкать/втягивать. Это эффективная, безвредная для окружающей среды и практически не требующая обслуживания альтернатива гидравлическим или пневматическим изделиям. Значительные преимущества перед другими типами навесных подъемных устройств обусловлены автоматическим управлением, малыми габаритами и массой, высокой надежностью и безопасностью, простотой обслуживания, высоким КПД и упрощенным сопряжением с электрической системой управления [7, 8].

Выводы

В результате проведенных расчетов подобраны линейные приводы с питанием 12V, мощностью 50 Вт, ходом штока 200-600 мм, скоростью 10-45 мм/с, нагрузкой 200-900 Н. Подобранные электроцилиндры позволят

изменять ширину захвата агрегата до 3, 6 м, подъём (опускание) рабочих органов массой 50 Н на 300 мм, угол наклона индукторов в горизонтальной плоскости до 75° и улучшить условия труда оператора агрегата.

Список использованной литературы

1. *Кутырев А. И.* Особенности разработки робототехнического средства для садоводства // Плодоводство и ягодоводство России, 2016. – Т. XXXXVI. – С. 175-179.
2. *Кутырев А. И.* Технологический адаптер для робототехнического средства в садоводстве // Плодоводство и ягодоводство России, 2016. – Т. XXXXVI. – С. 180-185.
3. *Пат. 167530 РФ.* Робот для магнитно-импульсной обработки растений / А. Ю. Измайлов, А. И. Кутырев, И. Г. Смирнов, Р. А. Филиппов, Д. О. Хорт // Бюл., 2017. – №1.
4. *Смирнов И. Г., Артюшин А. А., Хорт Д. О., Филиппов Р. А., Кутырёв А. И., Цымбал А. А.* Робототехнические средства в растениеводстве // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, – 2016. – №118(04). – С. 1651-1660. IDA [article ID]: 1181604109. Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/04/pdf/109>.
5. *Измайлов А. Ю., Хорт Д. О., Смирнов И. Г., Филиппов Р. А., Кутырев А. И.* Обоснование параметров робототехнического средства с опрыскивателем и модулем магнитно-импульсной обработки растений в садоводстве // Сельскохозяйственные машины и технологии, 2017. – № 1. – С. 3-10.
6. *Актуаторы SKF* Стандартный ассортимент [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.servotechnica.ru/doc/index.pl?id_brand=56#id134.
7. *Хорт Д. О., Филиппов Р. А., Кутырев А. И.* Робототехническое средство с модулем магнитно-импульсной обработки растений в садоводстве // Мехатроника, автоматика и робототехника, 2017. – Т. 1. – С. 28-30.
8. *Хорт Д. О., Филиппов Р. А., Кутырёв А. И.* Моделирование и анализ конструкции технологического адаптера для магнитно-импульсной обработки растений в садоводстве // Сельскохозяйственные машины и технологии, 2017. – № 3. – С. 29-34.



A. I. Kutyrev

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow

**CALCULATION OF THE ACTUATOR DRIVE AUTOMATED UNIT
FOR THE MAGNETIC IMPULSE PROCESSING OF HORTICULTURAL PLANTS**