

МАНИПУЛЯТОР ДЛЯ СБОРА ПЛОДОВ С ДЕРЕВЬЕВ

Бологов А. А.

Научный руководитель: Тырышкин Александр Васильевич

Томский политехнический университет

bologov.andrey.94@mail.ru

Введение

Чтобы съесть вкусный плод, нам достаточно сорвать его с ветки. Похожим методом пользуются специальные промышленные машины для сбора фруктов. Одни из них помогают людям собирать урожай прямо с деревьев.

Уборка фруктов, пожалуй, один из самых деликатных видов сельскохозяйственных работ. И если картофелеуборочные машины и зерновые комбайны человечество придумало очень давно, то во фруктовых садах присутствие технической цивилизации как-то особо не отмечается. А ведь на дворе XXI век. Надо соответствовать.

Зачем нужны такие механизмы? Все дело в том, что когда обычный человек собирает лишь ведро фруктов, специальная машина за это время успевает принять их тонны. Также очень мало рабочей силы для сбора урожая, так как сложно найти рабочую силу, готовую работать за маленькую заработную плату, поэтому до 20% урожая успевает испортиться еще на дереве, до того момента пока его сорвут [1]. А ведь это важно — своевременно собрать урожай и быстро обработать спелые плоды для большей прибыли.

Конечно, в обычном сельском саду такая спецтехника «не пройдет». Но для сбора с плантаций, где плодовые деревья изначально высаживаются ровными рядами на плоской поверхности. Шаг посадки тоже желательно соблюдать одинаковым. Чтобы специальная машина спокойно могла сама подъехать к дереву и собрать с него плоды. Все это применяют для автоматизации процессов, что приводит к фантастической экономии времени и уменьшению трудозатрат [2].

Целью данного проекта является разработка манипулятора для сбора плодов с деревьев, отличающийся тем, что он содержит трубопровод, компрессор и управляющее устройство компрессором, компрессор имеет возможность подавать/всасывает воздух по трубопроводу в зависимости от угла наклона трубопровода относительно горизонтали, определяющийся управляющим устройством компрессора.

Актуальность работы заключается в необходимости собрать плоды, без какого-либо их повреждения и за короткое время, пока плоды не переспели.

Уникальность данного проекта заключается в том, что создаваемая система не имеет аналогов на территории Российской Федерации.

Описание устройства

Область применения: изобретение относится к сельскому хозяйству и предназначено для сбора плодов, растущих на деревьях.

Известно устройство для улавливания плодов при стряхивании с деревьев (патент РФ № 324994, МПК A01D46/26, A01D46/24, опубл. 01.01.1972), содержит поддон, образованный полотнищами из гибкого материала и накопителем. Недостатком данного устройства является то, что плоды, во время стряхивания с деревьев, при падении могут повредиться.

Прототипом предполагаемого устройства для сбора фруктов является уже известный робот "Глазастый осьминог" фирмы "VisionRobotics" [3]. Недостатком данного робота является низкая производительность.

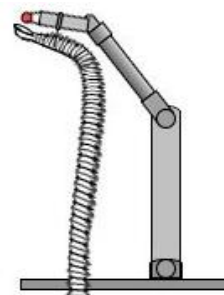
Задачей предполагаемого изобретения является обеспечение безопасной транспортировки фруктов до накопителя, при этом увеличивая производительность манипулятора при сборе фруктов.

Решение поставленной задачи достигается тем, что предполагаемый манипулятор содержит трубопровод, по которому будут транспортироваться фрукты до корзины, с компрессором и блоком управления компрессором. В течение сбора фруктов по трубе подается/всасывается воздух компрессором, в зависимости от угла наклона относительно горизонтали. Блок управления определяет угол наклона трубы и подает управляющий сигнал для компрессора.

Работа компрессора, при положительном угле наклона трубы относительно горизонтали, заключается в том, что подается поток воздуха в трубу для замедления падения плода. Работа компрессора, при отрицательном угле наклона трубы относительно горизонтали, заключается в том, что всасывается воздух, что позволяет втянуть плод в трубу.

При изменении угла наклона трубы управляющее устройство изменяет силу подачи воздуха.

На фиг. 1 представлена фронтальная проекция манипулятора (1) с трубопроводом (2)



Фигура 1. Манипулятор для сбора фруктов.

Расчет мощности компрессора

Для транспортировки фруктов до корзины, мы используем шахту, в виде трубы. Когда плод срезают он прямиком попадает в шахту. Что бы плод не повредил свою целостность при приземлении или при ударе об стенку, необходимо замедлить его скорость падения. Для этого используем компрессор, который нагнетает воздух в трубу, но при этом он должен притормаживать падающие плоды в трубы, а не выбрасывать их из трубы.

Поэтому произведем расчет максимальной мощности компрессора которая нам понадобится, используя следующие формулы [4,5].

Среднесуточная производительность определяем как количество накаченного воздуха компрессором, который проходит за время работы $t=16$ час установки в сутки, $Q = \frac{m}{t}$

Массу воздуха в трубе определим по уравнению состояния идеального газа: $m_B = \frac{PVM_B}{RT}$,

где P - давление воздуха, V - объем воздуха в трубе, $M_B = 0.029$ кг/моль - молярная масса воздуха, $R = 8.31$ Дж/(м*кг) - универсальная газовая постоянная, $T=303$ К - температура окружающей среды.

Для расчета мощности компрессора воспользуемся следующими формулами:

По формуле из закона Бернули находим давление воздуха в трубе: $P = \frac{v^2 \cdot \rho}{2}$

где v - скорость потока воздуха, м/с; ρ - плотность газа при температуре транспортирования, кг/м³; P - давление воздуха в трубе, Н/м²;

Скорость потока воздуха находим по формуле из закона Жуковского - Бернулли: $v = \sqrt{\frac{2 \cdot F}{\rho \cdot S \cdot C_y}}$

где $F=mg$ - подъемная сила, Н; m_n - масса плода, падающего с ускорением свободного падения $g = 9.8$ м/с² по трубе, кг; S_n - площадь сечения плода, м²; $C_y = 1.5$ - коэффициент подъемной силы;

Определим время нахождения воздуха массы m_B в трубе: $t = \frac{l}{v}$

где l - длина трубы, v - скорость потока воздуха.

Техническую производительность установки определяем по методике, изложенной в работе: $Q_T = \frac{Q_c \cdot k \cdot k_1}{t}$

где: $k = 1,5$ - коэффициент неравномерности подачи материала в пневматическую линию в течение суток, $k_1 = 1,25$ - коэффициент,

учитывающий перспективы производительности.

Определяем секундный расход воздуха:

$$Q_B = \frac{Q_T}{3600 \cdot \mu \cdot \eta}$$

где μ - весовая концентрация материала

Величина общих потерь давления в сети определяется по формуле:

$$\sum P_c = \left(\lambda \frac{\sum l_{прив.}}{d_T} + \zeta \right) \cdot \frac{\rho \cdot g^2}{2g} (1 + k\mu) + \rho \cdot \mu \sum H + \Delta P_{разг.} + \sum \Delta P_{вод.};$$

где: $\lambda = 0,02$ коэффициент трения чистого воздуха о стенки; $\sum l_{прив.} = 5$ м.- сумма для всех участков горизонтальных, вертикальных и эквивалентных отводов; $\zeta = 1$ - коэффициент местного сопротивления на входе в трубопровод; k - принимается $= 0,4$; $\sum H$ - сумма длин вертикальных участков $= +1$ м;

$\Delta P_{разг.}$ - потери давления на разгон, рассчитываются по формуле: $\Delta P_{разг.} = K_p \cdot \mu \frac{\rho v^2}{2g}$;

$K_p = 2,0$ - коэффициент сопротивления разгонного участка.

Рассчитываем мощность привода вентилятора по формуле: $N = \frac{K_1 \cdot Q_B \cdot K_2 \cdot \sum P_c}{102 \cdot \eta}$;

где: $K_1=1,15$ - коэффициент, учитывающий подсосы в сети; $K_2=1,1$ - коэффициент неучтенных потерь в транспортном трубопроводе; η - к.п.д., принимается в зависимости от выбранного типа воздуходувки.

Заключение

На данный момент уже произведены начальные расчёты, необходимые для дальнейшей разработки и проектирования системы, составлено техническое задание, выполнен его анализ и привлечены все необходимые силы, средства и ресурсы.

Литература

1. Сельское хозяйство. [Электронный ресурс]. Режим доступа: свободный. Ссылка на ресурс: <http://rg.ru/2011/09/13/frikti.html>
2. Сельское хозяйство. [Электронный ресурс]. Режим доступа: свободный. Ссылка на ресурс: <http://www.cntd.ru/458204409.html>
3. Глазастый осьминог. [Электронный ресурс]. Режим доступа: свободный. Ссылка на ресурс: <http://www.membrana.ru/particle/3195>
4. Подъемная сила. [Электронный ресурс]. Режим доступа: свободный. Ссылка на ресурс: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B4%D1%8A%D1%91%D0%BC%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B8%D0%BB%D0%B0
5. Расчет пневмотранспортировочной системы для мобильного робота по сбору клюквы. / А.В. Тырышкин., А.М. Комиссаров, 2016 – 8с.