

РАБОТА ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Аюгин Н.П., кандидат технических наук, доцент,
тел. 8(8422)55-95-83, nikall85g@yandex.ru

Семашкин Н.М., кандидат технических наук, доцент,
тел. 8(8422)55-95-83, emotion.snm@mail.ru

Романов Д.Б., студент,
тел. 8(8422)55-95-83, nullwizard.ru@gmail.com

Приказчиков В.С., студент,
тел. 8(8422)55-95-83,
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ключевые слова: резание, копер, усилие резания, работа резания, измельчение, корм.

Работа посвящена разработке лабораторной установки для изучения резания растительных материалов при различных условиях, работающей по принципу ротационного копра, и позволяющей определить усилие резания и работу резания.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-26-00057, <https://rscf.ru/project/24-26-00057/>.

Для улучшения усвояемости, поедаемости, и как следствие увеличения продуктивности животных, растительные материалы, используемые в качестве корма, необходимо подготовить к скармливанию. Одним из энергозатратных технологических процессов при подготовке растительных материалов к скармливанию является их измельчение.

Наибольшее распространение получили машины, использующие способ измельчения резанием, поскольку резание, по сравнению с разрушением материала ударом или смятием, является наименее энергоемким. К тому же при ударе разрушающих элементов по измельчаемому продукту из них выделяется клеточный сок, что

противоречит зоотехническим требованиям.

Особенно остро стоит вопрос о влиянии на энергозатраты процесса измельчения резания лезвием от ряда параметров, по которым до настоящего времени нет единого мнения.

Лабораторная установка для изучения процесса резания растительных материалов была выполнена по принципу ротационного копра и состоит из рамы, приводного вала, установленного на 2-х самоустанавливающихся двухрядных шариковых подшипниках (рисунок 1). На приводном вале закреплен маховик в виде профильной трубы на одном конце которого размещен фиксатор ножей, а на другом – противовес. Уравновешивание маховика осуществляется перемещением противовеса.



Рисунок 1 – Лабораторная установка для определения усилия резания растительных материалов

На стойке рамы размещен кронштейн для крепления двух инфракрасных датчиков, один из которых используется для расчета

количества оборотов маховика и линейной скорости ножа, второй – для синхронизации срабатывания соленоида, используемого для подачи в зону резания исследуемого материала, а также подсчета количества оборотов маховика после осуществления среза и работы копра на холостом ходу. На раме установлен лимб с градуировкой от 0 до 360 градусов для определения положения маховика.

Привод маховика осуществляется мотор-редуктором, который передает крутящий момент приводному валу установки через универсальную обгонную муфту.

Для подачи исследуемого материала к ножу лабораторной установки предусмотрена подставка, на которой смонтированы соленоид со штангой и фиксатором, платформа для укладки растительного материала, S-образные тензометрические датчики (рисунок 2).



Рисунок 2 – Подставка

Платформа, на которую укладывается исследуемый растительный материал, одним концом шарнирно соединена с подставкой, а другим - опирается на тензометрические датчики.

Тензометрические датчики соединены экранированными проводами с тензометрической измерительной системой, передающей показания на персональный компьютер.

Лабораторная установка в целях обеспечения безопасности использования с трех сторон имеет защитное ограждение, препятствующее нахождению человека в зоне вращения маховика с закрепленным ножом. Для предотвращения аварийной ситуации, удара ножа по платформе, на ее краю и на каркасе подставки закреплены два ограничителя.

Пульт управления лабораторной установкой (рисунок 3) вынесен на 2 метра от защитного ограждения и включает: частотный преобразователь, два микроконтроллера, два LCD дисплея, многоканальный модуль реле, две кнопки управления и портативный аккумулятор.



Рисунок 3 – Пульт управления лабораторной установкой для определения усилия резания растительных материалов

Лабораторная установка работает следующим образом.

Растительный материал укладывается на платформу и закрепляется в фиксаторе.

При нажатии кнопки №1 на пульте управления через реле №1 подается питание на частотный преобразователь, используя регулировку которого устанавливали требуемую линейную скорость ножа. Для контроля частоты вращения и перевода ее в линейную скорость на платформе Arduino IDE был написан программный код, реализуемый микроконтроллером Arduino UNO. При этом показания, снимаемые с инфракрасного датчика, обрабатывались микроконтроллером и передавались на LCD экран.

После достижения требуемой скорости ножа и нажатия на кнопку №2 микроконтроллер через реле №1 обесточивает частотный преобразователь и как следствие мотор-редуктор и одновременно с этим подает питание на соленоид через реле №2, за счет чего растительный материал подается в зону резания ножа.

С целью обеспечения синхронизации движения ножа и соленоида на платформе Arduino IDE был написан программный код, обеспечивающий срабатывание реле соленоида при удовлетворении двух условий: кнопка №2 нажата и инфракрасный датчик «видит» метку, установленную на маховике лабораторной установки.

После срабатывания реле соленоида начинается подсчет количества оборотов маховика до его полной остановки. Угол отклонения маховика относительно 0 градусов контролировали по лимбу.

Подсчитав количество оборотов, а также угол отклонения маховика от 0 градусов по лимбу после «холостого срабатывания» и после осуществления среза определяли затраты энергии.

Значения усилий резания растительных материалов определяли по показаниям тензодатчиков, подключенных к персональному компьютеру через модуль АЦП QMS85, и используя программные продукты «QMLab», «QMPArset».

Поскольку усилие резания растительных материалов имеет связь с площадью среза, то для замера площади использовали фотокамеру, изображения с которой обрабатывали в программе «ImageJ».

Использование разработанной лабораторной установки для изучения растительных материалов, выполненной по принципу ротационного копра, позволяет получить скорость резания до 40 м/с. Механизм фиксации позволяет закрепить ножи различной конфигурации (односторонняя заточка, двусторонняя заточка, гребенчатые, П-образные) и толщины (от 1 мм до 8 мм).

Библиографический список:

1. Аюгин, Н.П. Разработка энергосберегающего измельчителя корнеклубнеплодов / Н.П. Аюгин, Н.В. Павлушин, В.И. Курдюмов // Ползуновский альманах. - 2011. - № 4-2. - С. 9-13.
2. Баранов, Н.Ф. Обоснование и оптимизация конструктивно-технологических параметров измельчителя для приготовления добавки из хвойной лапки / Н.Ф. Баранов, В.С. Фуфачев, И.В. Ступин // Вестник НГИЭИ. –2016. –Вып.№6 (61). -С.7-16.
3. Гаврилов, Т.А. Экспериментальное исследование процесса измельчения мясного сырья при различных скоростях резания / Т. А. Гаврилов // Ученые записки ПетрГУ. – 2013. – № 8 (137). – С. 98–100.
4. Брусенков, А.В. Разработка технологического процесса и устройства для измельчения корнеклубнеплодов с вальцовым подпором: диссертация... кандидата технических наук: 05.20.01 / Брусенков Алексей Владимирович/. - Мичуринск, 2015. - 222 с.
5. Новиков, В.В. Результаты производственных испытаний экспериментального измельчителя корнеплодов / В. В. Новиков, В. С. Зотеев, О. А. Камышева, А. С. Грецов // Известия Оренбургского ГАУ. – Оренбург: Изд. центр ОГАУ, 2017. –№ 2(64). – С. 75–77.
6. Курдюмов, В.И. Анализ факторов, влияющих на энергоемкость резания / В.И. Курдюмов, П. Н. Аюгин, Н. П. Аюгин // Нива Поволжья. – 2008. – № 3. – С. 57 –59.
7. Карпин, В. Ю. О влиянии угла скольжения на энергоемкость опорного резания мясорыбных кормов / В.Ю. Карпин, Т.А. Гаврилов // Качество, стандартизация, контроль: теория и практика: материалы 12-й Международной научно-практической конференции. – Киев: АТМ Украины, 2012. – С. 93–95.

8. Львов, Д.Л. Совершенствование процесса скользящего резания пищевых полуфабрикатов пластинчатыми ножами: дис.... канд. техн. наук: 05.18.12 / Львов Дмитрий Львович. – Кемерово, 2009. – 163 с.

OPERATION OF A LABORATORY INSTALLATION FOR STUDYING THE CUTTING PROCESS OF PLANT MATERIALS

Ayugin N.P., Semashkin N.M., Romanov D.B., Prikazchikov V.S.

Keywords: *cutting, coper, cutting force, cutting work, grinding, feed.*

The work is devoted to the development of a laboratory installation for studying the cutting of plant materials under various conditions, operating on the principle of a rotary copra, and allowing to determine the cutting force and cutting operation. The research was carried out at the expense of a grant from the Russian Science Foundation № 24-26-00057, <https://rscf.ru/en/project/24-26-00057/>.