

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ И ЛИНЕЙНОЙ СКОРОСТИ НОЖА РОТАЦИОННОГО КОПРА

Романов Д.Б., студент 5 курса инженерного факультета
Приказчиков В.С., студент 4 курса инженерного факультета
Научный руководитель - Аюгин Н.П., кандидат технических наук,
доцент
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ключевые слова: тахометр, ротационный копер, Arduino, линейная скорость, частота вращения.

Работа посвящена разработке устройства, которое позволит упростить контроль частоты вращения и линейной скорости ножа ротационного копра. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-26-00057, <https://rscf.ru/project/24-26-00057/>).

Введение. Определение ударной прочности различных образцов, в том числе растительных материалов, осуществляют за счет использования маятниковых и ротационных копров. Наибольшее распространение получили маятниковые копры, поскольку им присуще простота конструкции, однако, изучение свойств материалов на скоростях выше 7...10 м/с проблематично из-за необходимости увеличения длины маятника.

Методика исследований. Для изучения процесса резания растительных кормов на кафедре «Технология производства и ремонт машин» Ульяновского ГАУ был разработан ротационный копер [1]. Это устройство представляет собой установку, в которой нож закреплен на маховике, установленном на валу, крутящий момент на который передается от электродвигателя через обгонную муфту.

Результаты исследований. Для определения скорости и контроля параметров ротационного копра необходимо устройство,

позволяющее с высокой точностью определить частоту вращения маховика и линейную скорость разрушающего элемента.

Для этих целей на платформе Arduino было разработано устройство, позволяющее определить частоту вращения разрушающего элемента ротационного копра, а также его линейную скорость.

Устройство изготовлено на платформе Arduino и включает в себя инфракрасный датчик, LCD дисплей и микроконтроллер Arduino UNO R3 [2-6].

Схема соединения представлена на рисунке 1.

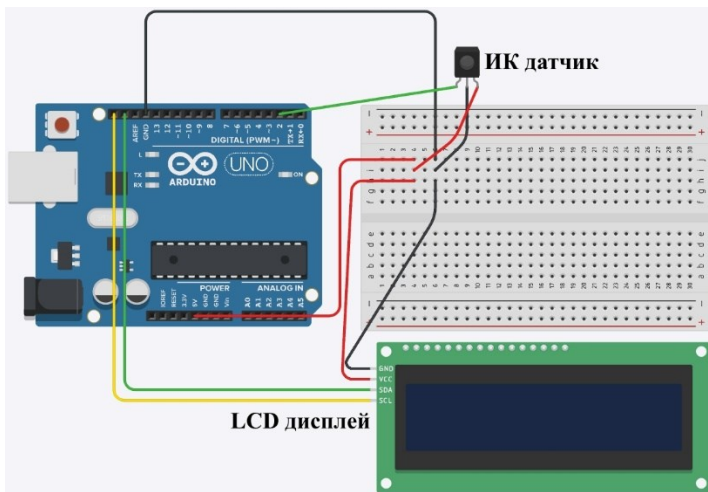


Рис. 1 – Схема соединения элементов устройства для определения частоты вращения маховика и линейной скорости ножа ротационного копра

Программирование контроллера Arduino UNO R3 было осуществлено в среде программирования Arduino IDE. Далее приведен программный код [2] работы устройства для определения линейной скорости и частоты вращения с комментариями назначения основных команд кода (стейтментов).

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // Импорт библиотеки для LCD дисплея.
```

```
#include <Tachometer.h> // Импортирование библиотеки для  
тахометра.
```

```
#define TACHOMETER_PIN 2 // Пин датчика.
```

```
#define RADIUS 1.1 // Радиус (расстояние от оси вращения до  
середины ножа).
```

```
Tachometer tachometer; // Создание объекта класса тахометра.
```

```
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 16, 2); // Создание объекта класса  
LCD дисплея.
```

```
volatile uint32_t last_time; // Объявление волатильной  
переменной, используемой как таймер.
```

```
void tickHandler() { // Функция-обработчик прерывания датчика.
```

```
if ((millis() - last_time) > 100) { // Исключение лишних тиков.
```

```
last_time = millis(); // Обновление переменной last_time.
```

```
tachometer.tick(); // Сообщение библиотеке тахометра о  
срабатывании датчика.
```

```
}
```

```
}
```

```
float getSpeed(float frequency) { // Функция расчета скорости.
```

```
return 2 * 3.14 * RADIUS * frequency; // Формула перевода  
частоты вращения в линейную скорость.
```

```
}
```

```
void setup() {
```

```
pinMode(TACHOMETER_PIN, INPUT_PULLUP); // Настройка  
пина 3 на ввод и подтягивающий резистор.
```

```
attachInterrupt(0, tickHandler, FALLING); // Подключение  
прерывания на пин датчика.
```

```
lcd.init(); // Инициализация класса LCD дисплея.
```

```
lcd.setCursor(0, 0); // Установка курсора на 1-ю строку, 1-й  
символ.
```

```
lcd.print("RPM min-1: "); // Вывод строки на LCD дисплей.
```

```
lcd.setCursor(0, 1); // Установка курсора на 2-ю строку, 1-й  
символ.
```

```
lcd.print("Speed m/s: "); // Вывод строки на LCD дисплей.
```

```
tachometer.setWindow(5); // Установка количества оборотов для  
усреднения.
```

tachometer.setTimeout(10000); // Установка тайм-аута прерываний (мс), после которого считается, что вращение прекратилось.

```

    }
    void loop() {
        static uint32_t timer; // Объявление статической переменной,
        использующейся как таймер.
        if (millis() - timer > 250) { // Условие, определяющее
        периодичность таймера.
            timer = millis(); // Обновление переменной timer.
            lcd.setCursor(11, 0); // Установка курсора на 1-ю строку, 11-й
            символ.
            lcd.print(tachometer.getRPM()); // Вывод количества оборотов на
            LCD дисплей.
            lcd.print(" "); // Вывод строки на LCD дисплей.
            lcd.setCursor(11, 1); // Установка курсора на 2-ю строку, 11-й
            символ.
            lcd.print(getSpeed(tachometer.getHz())); // Вывод скорости на LCD
            дисплей.
            lcd.print(" "); // Вывод строки на LCD дисплей.
        }
    }

```

В ходе программирования тахометра были обнаружены помехи в работе датчика, ведущие к ложным срабатываниям. Для стабильной работы системы было принято решение внести соответствующие изменения в программный код. В частности, было учтено, что срабатывания датчика, длительностью менее 100 миллисекунд, скорее всего, являются результатом помех и не учитываются при обработке данных. Это позволило существенно улучшить точность работы тахометра.

Заключение. При разработке устройства для определения линейной скорости и частоты вращения маховика ротационного копра на платформе Arduino было достигнуто успешное сочетание простоты в использовании и точности измерений. Полученные значения частоты вращения сравнивали с показаниями цифрового лазерного тахометра АТ-6, расхождение значений на разных частотах вращения маховика

копра не превысило 0,1 %.

Библиографический список:

1. Аюгин, Н.П. Разработка установки для изучения процесса резания растительных кормов/ Н.П. Аюгин, Д.Б. Романов // XXVII Международная научно-производственная конференция "Вызовы и инновационные решения в аграрной науке". 12 апреля 2023 года. – Белгород: Белгородский ГАУ, 2023 – С.104-105.

2. Романов, Д.Б. Программное обеспечение удаленного управления гидропонной установкой / Д.Б. Романов // В мире научных открытий: материалы VII Международной студенческой научной конференции. 14-15 марта 2023 г. - Ульяновск: УлГАУ, 2023 - С. 2403-2406.

3. Романов, Д.Б. Алгоритм и программный код работы гидропонной установки / Д.Б. Романов // Наука в современных условиях: от идеи до внедрения: материалы Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 80-летию Ульяновского государственного аграрного университета имени П.А. Столыпина. 15 декабря 2022 г. - Ульяновск: УлГАУ, 2022 - С. 2678-2685.

4. Аюгин, Н.П. Разработка гидропонной установки / Н.П. Аюгин, Д.Б. Романов // XXVII Международная научно-производственная конференция "Вызовы и инновационные решения в аграрной науке". 12 апреля 2023 года. – Белгород: Белгородский ГАУ, 2023 – С.220-221.

5. Аюгин, Н.П. Программирование гидропонной установки / Н.П. Аюгин, Д.Б. Романов // XXVII Международная научно-производственная конференция "Вызовы и инновационные решения в аграрной науке". 12 апреля 2023 года. – Белгород: Белгородский ГАУ, 2023 – С.279-280.

6. Аюгин, Н.П. Удаленное управление гидропонной установкой/ Н.П. Аюгин, Д.Б. Романов // XXVII Международная научно-производственная конференция "Вызовы и инновационные решения в аграрной науке". 12 апреля 2023 года. – Белгород: Белгородский ГАУ, 2023 – С.277-278.

**DEVELOPMENT OF A DEVICE FOR DETERMINING THE
ROTATIONAL SPEED AND KNIFE LINEAR VELOCITY OF A
ROTARY IMPACT TESTER**

Romanov D.B., Prikazchikov V.S.
Scientific supervisor – Ayugin N.P.
Ulyanovsk State Agrarian University

Keywords: *tachometer, rotary impact tester, Arduino, linear velocity, rotation frequency.*

The work is devoted to the development of a device that will simplify the control of the rotational speed and linear velocity of the rotary impact tester. 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/>.