

УДК 534:681.58:681.32

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЗАВИСИМОСТИ КОЭФФИЦИЕНТА ВЯЗКОСТИ ЖИДКОСТИ НА ПРУЖИННОМ МАЯТНИКЕ

Массов И. К., студент гр. МРб-161, II курс
Научный руководитель: Елкин И. С., к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева
г. Кемерово

Аннотация

В работе представлены результаты по разработке лабораторной установки по исследованию зависимости вязкости жидкости от температуры.

Ключевые слова: вязкость, автоматизация лабораторного эксперимента, пружинный маятник, моделирование.

В связи с прогрессивным развитием ИТ-технологий, микропроцессорной электроники и ее практическим внедрением, как в производственных масштабах, так и в общественной жизни, становится доступным и легко реализуемым, в виде создания автоматизированных и робототехнических устройств [1], [2]. В частности, в рамках интенсификации учебного и научного лабораторного эксперимента становится актуальным повышение качества лабораторного эксперимента и ведения научного эксперимента.

Целями проведенных исследований являлось:

1) разработка лабораторной установки для исследования коэффициента вязкости в зависимости от температуры с применением автоматизированных электронных систем управления и сбора результатов измерений.

2) исследование затухающих колебаний пружинного маятника в вязкой среде на разработанной установке.

Особенности разработанной установки заключаются в следующем. Разработана система автоматического фиксирования времени колебаний и количества колебаний, что позволяет повысить точность измерений коэффициента вязкости.

Использование пружинного маятника для определения коэффициента вязкости предопределяется простотой возможности автоматизацией исследовательского процесса.

Дифференциальное уравнение движения при затухающих колебаниях пружинного маятника в вязкой среде описывается уравнением [3], [4]:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{b}{m} \frac{dx}{dt} + \frac{k}{m} x = 0,$$

где $b = 6\pi R\eta$ – коэффициент сопротивления для тел сферической формой; m – масса тела; R – радиус шарообразного тела.

Решением дифференциального уравнения является функция с циклической частотой ω и периодом колебаний $T = \frac{2\pi}{\omega}$:

$$x(t) = A_0 e^{-\beta t} \sin(\omega t + \alpha_0) = A_0 e^{-t/\tau} \sin(\omega t + \alpha_0),$$

где τ – постоянная времени затухания, время релаксации; α_0 – начальная фаза колебаний.

Логарифмический декремент затухания определяется по формуле

$$\Theta = \ln \frac{A(t)}{A(t+T)} = \beta T = \frac{1}{\tau} T,$$

где β – коэффициент затухания.

Коэффициент затухания β определяется по формуле

$$\beta = \sqrt{\omega_0^2 - \omega^2},$$

где $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} = \frac{2\pi}{T_0}$ – циклическая частота собственных (незатухающих) колебаний того же маятника.

Тогда коэффициент вязкости равен

$$\eta = \frac{\beta m}{3\pi R}.$$

Таким образом, для измерения коэффициента вязкости жидкости достаточно измерить период колебаний маятника в вязкой среде T и период собственных колебаний T_0 этого же маятника, например, в газовой среде.

Схема разработанной установки представлена на рис. 1.

Электронная система управления построена на использовании программируемого микроконтроллера типа AVR с программным обеспечением на языке C++.

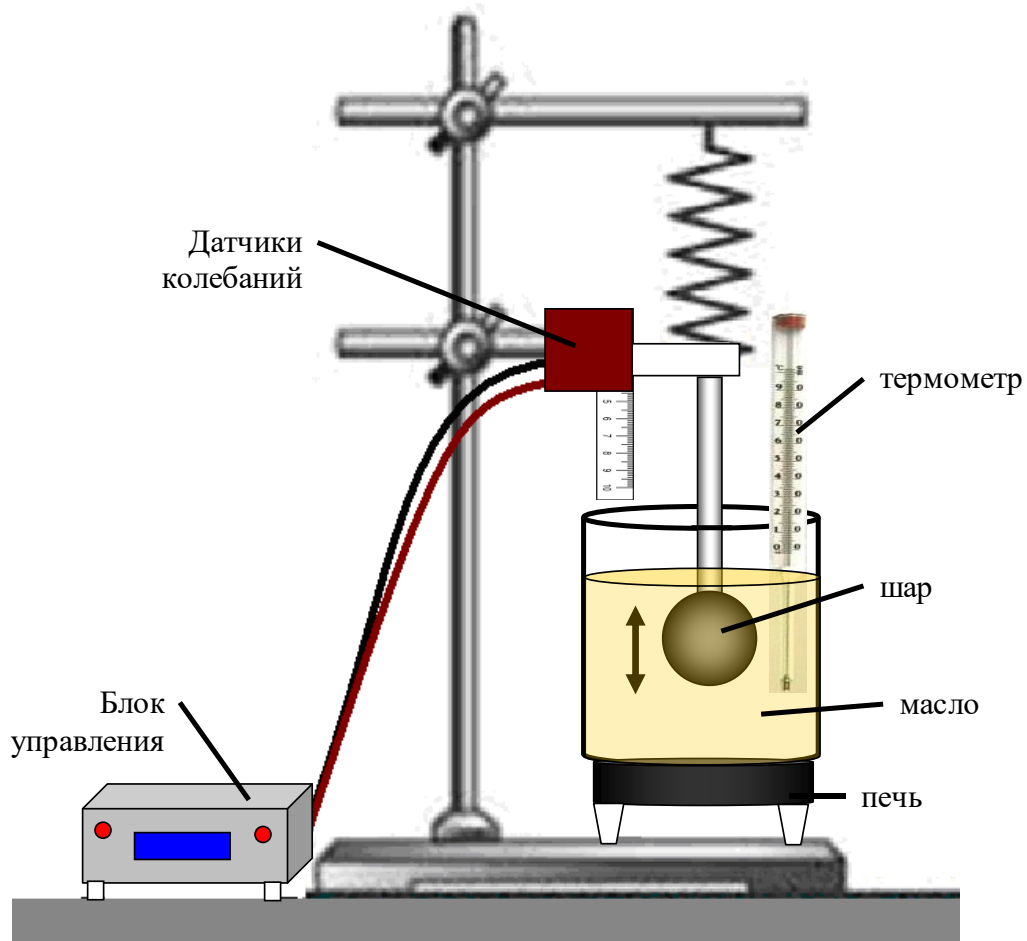


Рис. 1. Схема лабораторной установки

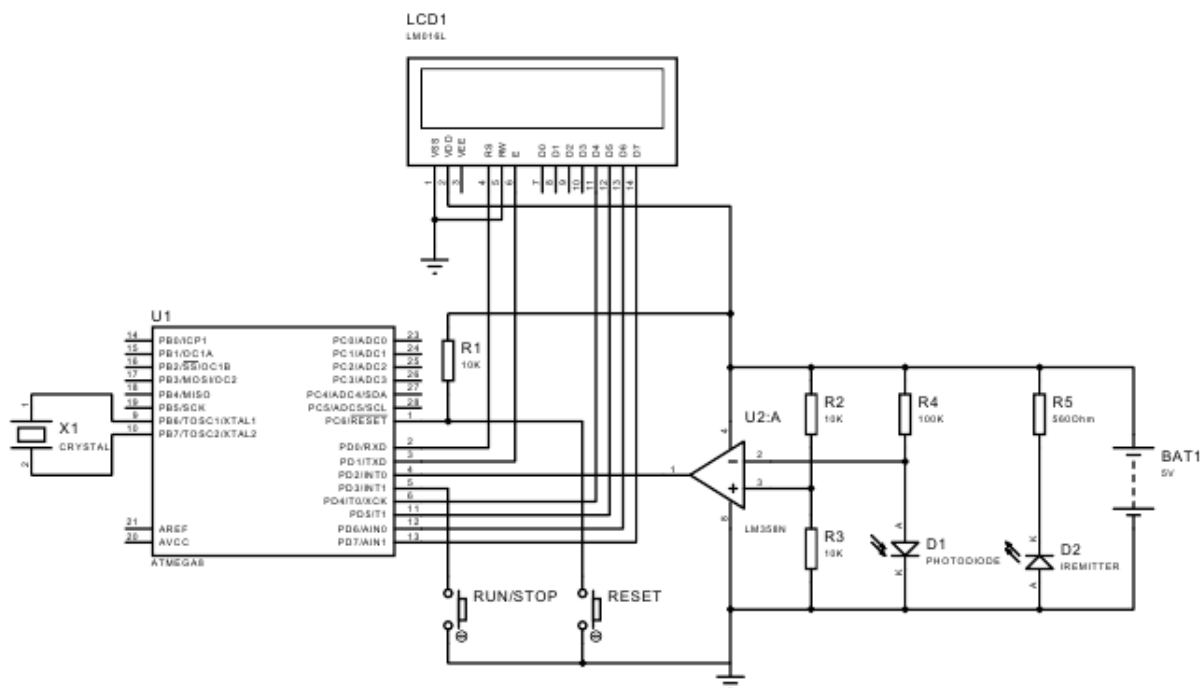


Рис. 2. Принципиальная схема программируемого цифрового таймера

На рис. 3 представлены результаты измерений коэффициента вязкости масла от температуры $\eta = f(T^o)$.

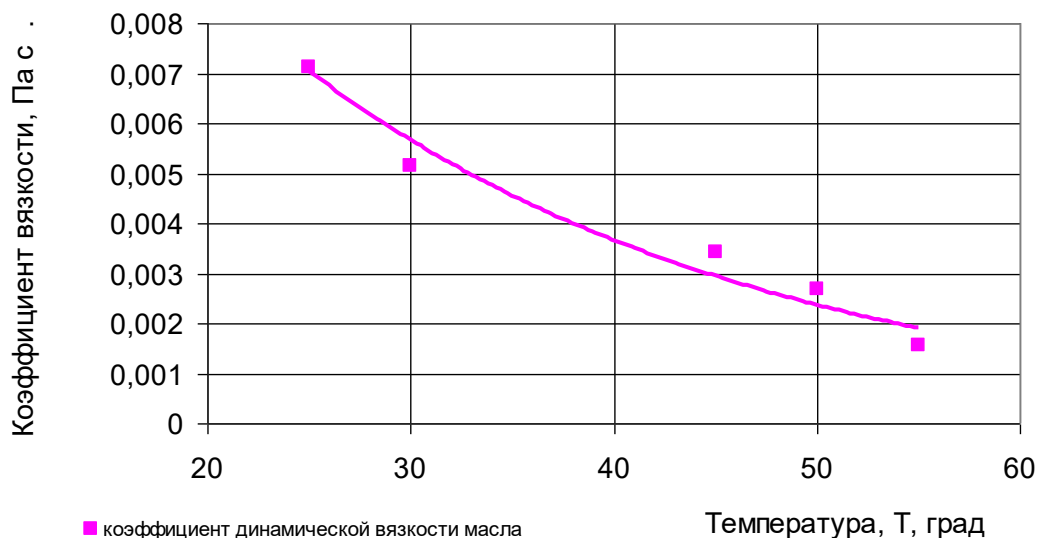


Рис. 3. Изменение коэффициента вязкости машинного масла от температуры

Процесс колебания пружинного маятника является быстро протекающим, период составляет около одной секунды. Измерение периода в ручном режиме таймером приводит к существенным погрешностям и неудовлетворительным конечным результатам при определении коэффициента вязкости.

Проведенные исследования по изменению вязкости в зависимости от температуры показали удовлетворительную сходимость результатов с результатами полученным по другим методам исследований.

Выводы

Разработанная установка имеет целью расширить учебный лабораторный комплекс.

Лабораторная установка позволяет автоматизировать проведение научных исследований.

Лабораторная установка может быть использована для проведения научных исследований.

Список литературы

1. Автоматизация лабораторного эксперимента: Учебное пособие по курсу "Автоматизированные системы научных исследований" / С. И. Ковалев, Е. В. Свиридов, А. В. Устинов ; Ред. Г. Ф. Филаретов; МЭИ ТУ . – М. : Изд-во МЭИ, 1999 . – 40 с.

2. Основы автоматизации эксперимента. Лабораторный практикум: Учебно-методическое пособие / А.Е. Герман. – Гродно: ГрГУ, 2004. – 150 с.

3. Ревинская О.Г., Кравченко Н.С. Затухающие колебания: учебно-методическое пособие / О.Г. Ревинская, Н.С. Кравченко. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 15 с.

4. Детлаф, А. А. Курс физики : учеб. пособие для втузов / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский. – Москва : Академия, 2007. – 720 с.