

затухающих колебаний:

$$\frac{d^2\varphi}{dt^2} + 2\beta \frac{d\varphi}{dt} + w_0^2 \varphi = 0,$$

в котором $w_0 = \sqrt{\frac{g}{l}}$, $\beta = \frac{3\pi\eta r}{2ml}$. Период затухающих колебаний: $T = \frac{2\pi}{\sqrt{w_0^2 - \beta^2}}$. Выразив отсюда вязкость,

получим: $\eta = \frac{2m}{3\pi} \sqrt{\frac{g}{l} - \frac{4\pi^2}{T^2}}$. Погрешность рассчитывалась по формуле: $\varepsilon_\eta = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta r}{r} + \frac{1}{2} \frac{\frac{\Delta l}{l} + 8\pi \frac{\Delta T}{T^3}}{(\frac{g}{l} - \frac{4\pi^2}{T^2})}$, $\Delta\eta = \eta\varepsilon_\eta$.

Проведенные измерения и полученные результаты показали, что данный метод может быть использован для измерения вязкости. Но он имеет низкую точность. Вязкость воздуха при нормальных условиях, измеренная различными методами равна $(1,7-1,8) \cdot 10^{-5}$ кг/(м·с). Предложенным методом вязкость получается в несколько раз больше. И для получения приемлемых результатов сравнимых с результатами, полученными с помощью газового капиллярного вискозиметра, необходимо измерять период колебаний с точностью до десятитысячных долей секунда, а длину маятника до сотых долей миллиметров.

Литература

1. Новый справочник химика и технолога. Электродные процессы. Химическая кинетика и диффузия. Коллоидная химия – СПб.: НПО «Профессионал», 2007. – 838 с.

УДК 681.2.083; 681.2.088

ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТИ ВЫЧИСЛЕНИЯ СКОРОСТИ ПОЛЕТА ПЕЙНТБОЛЬНОГО ШАРА

Студенты гр. 120401 Дулуб Я.В., Хряпин Д.В.

Кандидат техн. наук, доцент Лихошерст В.В.

ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», Тула, Россия

Пейнтбол как командная игра имеет в мире большое количество поклонников как профессионалов так и любителей. Различают две основных разновидности: тактический и спортивный [1]. В независимости от разновидности обязательным требованием является обеспечение скорости полета шара из маркера (пневматической пушки) не более 91 м/с. Большая скорость может привести к травмам игроков. Измерение скорости производится регулярно и вопрос точности ее определения является актуальным. Наибольший интерес вызывают устройства позволяющие измерять (вычислять) скорость в полевых условиях (перед входом на игровое поле) и не требующие стационарного размещения – компактные, переносные. Этим требованиям максимально соответствуют устройства, состоящие из оптических датчиков и вычислителя с экраном отображения рассчитанной скорости. Датчики в количестве двух штук располагаются на некотором точно известном расстоянии друг от друга, а срез ствола маркера размещается в непосредственной близости от первого датчика. Вычислитель осуществляет подсчет дискретных интервалов между двумя сигналами, формируемыми датчиками при пролете шара. Скорость шара вычисляется как частное известного расстояния S и времени полета. Последнее есть произведение числа дискретных интервалов n (всегда целое число) на длительность в секундах одного интервала Δt . При этом, расстояние между датчиками должно быть достаточно малым для исключения существенного падения скорости движения шара и существенной погрешности измерения при неперпендикулярности траектории шара и плоскостей срабатывания датчиков. Принимая допущения о постоянстве скорости и перпендикулярности траектории получаем, что точность измерения будет зависеть от временного интервала ($n \Delta t$) и времени собственной работы контроллера. Расчет погрешности проводился по выражению:

$$\Delta V = S \left(\frac{n \cdot \Delta t + t_{mcu} - t_{ucm}}{t_{ucm} (n \cdot \Delta t + t_{mcu})} \right), \quad (1)$$

где ΔV – погрешность измерения, м/с; t_{ucm} – истинное время полета, с; t_{mcu} – время собственной работы контроллера (вход в прерывание, запуск таймера и т.д.), с.

Исходя из данных приведенных в [2] для рассматриваемого случая $t_{mci} = 14/(16 \cdot 10^6)$ с (вход в прерывание, переход к функции прерывания, пуск и основ таймера). Минимальная длительность интервала в рассматриваемом контроллере $\Delta t = 4$ мкс, все остальные кратны 4 (8, 16, 32 мкс). При расстояниях между датчиками 0,2 и 0,5 м и диапазоне скоростей шара от 70 до 150 м/с рассчитанные величины погрешностей (максимальные по модулю) сведены в таблицу 1.

Таблица 1

S, м	Величины погрешностей			
	ΔV , м/с при $V_{ум} = 70 - 150$ м/с			
	$\Delta t = 4$ мкс	$\Delta t = 8$ мкс	$\Delta t = 16$ мкс	$\Delta t = 32$ мкс
0,2	0,2036	0,4205	0,5032	1,2873
0,5	0,0919	0,1592	0,2009	0,5251

Вводя допустимую величину погрешности, например, для рассматриваемого случая не более 0,5 м/с, по выражению (1) легко определить допустимый диапазон длительностей интервалов применительно к выбранному расстоянию между датчиками.

Литература

1. Пейнтбол [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Пейнтбол#:~:text=Пейнтбол%20\(англ.%20разновидности%20пейнтбола%3A%20спортивный%20и%20тактический.](https://ru.wikipedia.org/wiki/Пейнтбол#:~:text=Пейнтбол%20(англ.%20разновидности%20пейнтбола%3A%20спортивный%20и%20тактический.) – Дата доступа: 09.03.2022.

2. Сброс и обработка прерываний AVR [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://av-assembler.ru/mc/reset-and-interrupt-handling.php>. – Дата обращения: 03.03.2022.

УДК 621.382

ТРЕБОВАНИЯ К ОСВЕЩЕНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И ОФИСНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Студент гр.11309121 Елак Е.В., Гайдалёнок Д.К.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Манего С.А.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

В последние годы появилось большое количество публикаций по определению и нормированию критериев качества освещения. Многие исследования проводились с целью определения требований к освещению при обычных условиях. Результаты этих исследований предназначены в первую очередь для повышения качества освещения рабочих помещений общественных зданий. Несмотря на увеличение количества выявленных светотехнических параметров, характеризующих качество их освещения, в настоящее время не существует единой точки зрения на регламентацию освещения производственных и жилых помещений. Отсутствуют единые критерии оценки качества освещения. Особенно трудно обеспечить определение этих параметров и результатов их измерений с помощью прямых визуальных наблюдений. Основная оценка качества освещения производственных и жилых помещений сводилась к количественной оценке (уровень освещенности помещения) и качественной (ощущение насыщенности помещения светом). Как количественные, так и качественные оценки существенно зависят от измерителя, постоянства расположения предметов и светильников в данном помещении. Кроме того, в данном подходе оценки освещения помещений совершенно не учитывается психоэмоциональное воздействие света на человека т.е. фактор субъективизма. Таким образом, требования к освещению производственных и офисных помещений сводится к порой противоречивым требования освещенности таких помещений. Следует также учитывать наличие различных инженерных элементов в помещении: светотехнические, электрические, вентиляционные. Данные инженерные элементы существенно улучшают комфортность пребывания в данных помещениях, но могут создавать тени в данном помещении. Следует отметить, еще один аспект влияния на качество освещения производственных и офисных помещений, это, психологический. Так как, белый свет, это набор отдельных световых волн в диапазоне (440–680) нм. Оценка восприятия различных составляющих этих волн может быть индивидуальна, что вызывает психологический дискомфорт. Следует отметить, что цветовая и яркостная характеристика белого света может существенно отличаться.