

УДК 631.31

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АППАРАТА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ МАТЕРИАЛОВ ДЕТАЛЕЙ КОСВЕННЫМИ ИЗМЕРЕНИЯМИ

*Ю.М. Исаев, доктор технических наук, профессор,
тел. 8(8422) 55-95-41, isurmi@yandex.ru*

*С.А. Яковлев, кандидат технических наук, доцент,
Тел. 8(8422)55-95-97, Jakseal@mail.ru*

*Т.А. Джабраилов, кандидат физико-математических наук, доцент,
тел. 8(8422) 55-95-41, taiyar@mail.ru
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ*

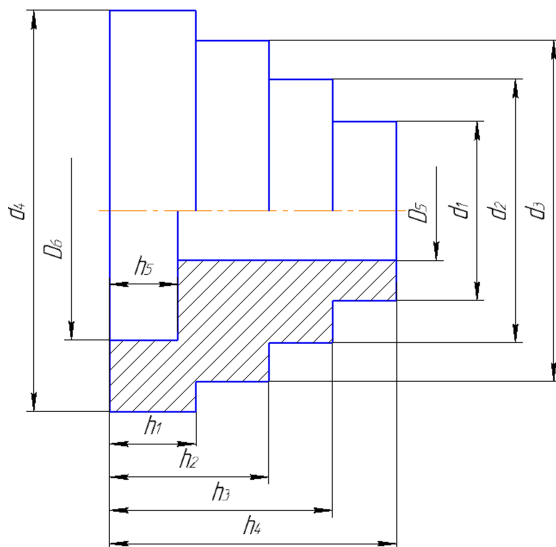
Ключевые слова: измерения, косвенный метод, масса, плотность, математическая обработка, погрешность.

Работа направлена на разработку методики определения плотности материалов проведением косвенных измерений при выполнении лабораторной работы по дисциплине метрология, стандартизация и сертификация. Предлагаемая методика проведения лабораторной работы позволяет закрепить теоретические знания и практические умения студентов за счет углубления междисциплинарных связей преподаваемых дисциплин.

Введение. Современные требования к образовательным технологиям предусматривают глубокое знание теоретических основ преподаваемых дисциплин и умение их практического применения в своей будущей производственной деятельности на основе обновленных стандартов компетентностного подхода к образовательной деятельности. В связи с этим важное значение имеет междисциплинарная связь в формировании предполагаемых компетенции, когда четко прослеживается получение конкретного практического результата.

Потребность в творческой активности специалиста и развитом техническом мышлении, в умении конструировать, оценивать, использовать технику и технологию быстро растет. Решение этих проблем во многом зависит от методов и технологий обучения будущих специалистов.

Материалы и методы исследований. Материалом для исследований являлась методика проведения лабораторной работы «Штангенинструменты» по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация». При изучении данной лабораторной работы студенты



d_1, d_2, d_3, d_4 – наружные диаметры; D_5 и D_6 – внутренние диаметры; h_1, h_2, h_3, h_4 – размеры буртиков; h_5 – глубина отверстия
Рисунок – Общий вид измеряемой детали

знакомятся с штангенинструментами и их метрологическими характеристиками, учатся проводить прямые измерения, приобретают практические навыки при измерении деталей изготовленных из различных материалов с различными размерами. Общий вид измеряемых изделий представлен на рисунке.

Наружные d_1, d_2, d_3, d_4 и внутренние D_5 и D_6 диаметры измеряют с помощью штангенциркулей (ГОСТ 166-89), размеры буртиков h_1, h_2, h_3, h_4 – с помощью штангенрейсмасов (ГОСТ 164-90), глубину h_5 – с помощью штангенглубиномеров (ГОСТ 162-90) [1]. Точность измерений зависит от величины отсчета по шкале нониуса штангенинструментов и составляет 0,1 или 0,05 мм.

Для укрепления междисциплинарная связей в формировании компетенций дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация», знакомства с методикой косвенных измерений для получения конкретного практического результата авторами предлагается провести дополнительно измерение массы изделий и по известной формуле отношения массы изделия m к его объему V определить плотность мате-

риала (кг/м³).

Результаты исследований и их обсуждение. Учитывая сложную геометрию изделия, выведена формула для определения плотности материала для деталей, изображенных на рисунке, кг/м³:

$$\rho = \frac{4\pi m}{\left((d_4^2 - D_6^2)h_5 + (d_4^2 - D_6^2)(h_1 - h_5) + (d_3^2 - D_5^2)(h_2 - h_1) + (d_2^2 - D_5^2)(h_3 - h_2) + (d_1^2 - D_5^2)(h_4 - h_3) \right) \cdot 10^{-3}}$$

где d_1, d_2, d_3, d_4 – наружные диаметры детали, мм;

D_5 и D_6 – внутренние диаметры детали, мм;

h_1, h_2, h_3, h_4 – размеры буртиков детали, мм;

h_5 – глубина отверстия диаметром D_6 детали; мм;

m – масса детали, кг

Так как в формуле двенадцать переменных и подсчет затруднен, данная формула внесена в программу компьютера. Обучающимся необходимо провести измерения размеров $d_1, d_2, d_3, d_4, D_5, D_6, h_1, h_2, h_3, h_4$ и h_5 с помощью перечисленных выше штангенинструментов, занести их в программу компьютера и на экране дисплея появится результат.

При проведении лабораторной работы можно также использовать методику в которой студенты проводят измерения, предварительно зная марку материала изделия и его плотность, определяют массу детали по формуле, кг:

$$m = \frac{\pi \rho}{4} \left[(d_4^2 - D_6^2)h_5 + (d_4^2 - D_6^2)(h_1 - h_5) + (d_3^2 - D_5^2)(h_2 - h_1) + (d_2^2 - D_5^2)(h_3 - h_2) + (d_1^2 - D_5^2)(h_4 - h_3) \right] 10^{-3}$$

Расчет массы проводит компьютер. Расчетная масса изделия контролируется с помощью весов, что мотивирует студентов к проведению точных и достоверных измерений.

Обработку результатов измерений с целью определения доверительных границ студенты выполняют в следующей работе «Обработка результатов измерений» [2].

Заключение. Предлагаемая методика изучения прямых и косвенных измерений обеспечивает наличие междисциплинарных связей в формировании инженерных компетенции, обучающиеся мотивированы на проведение точных и достоверных измерений. Это связано с тем что студенты в результате проведения лабораторной работы получают конкретный практический результат. Предлагаемая методика проведения лабораторной работы внедрена в учебный процесс студентов инженерного факультета УлГАУ при изучении дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация».

Библиографический список

1. Яковлев С.А. Лабораторный практикум по метрологии: учебное пособие / С.А. Яковлев – Ульяновск: УГСХА, 2016.- 80 с.
2. Яковлев С.А. Лабораторный практикум по метрологии: учебное пособие / С.А. Яковлев – Ульяновск: УлГАУ, 2017.- 116 с.

**USE OF MATHEMATICAL APPARATUS FOR
DETERMINATION OF DENSITY OF MATERIALS OF
DETAILS INDIRECT MEASUREMENTS***Isaev Y.M., Yakovlev S.A., Dzhabrailov T.A.*

Keywords: *measurements, indirect method, weight, density, mathematical processing, error.*

Work is directed on development of a technique of determination of density of materials by carrying out indirect measurements when performing laboratory work on discipline metrology, standardization and certification. The offered technique of carrying out laboratory work allows to consolidate theoretical knowledge and practical abilities of students due to deepening of interdisciplinary communications of the taught disciplines.