Некоммерческое акционерное общество

«АЛМАТИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ И СВЯЗИ»

«имени Гумарбека Даукеева»

Кафедра автоматизации и управления



**Расчетно-графическая работа №2**

**Оценка погрешностей результатов прямых и косвенных измерений**

Дисциплина: Метрология, Стандартизация, Сертификация И Управление Качеством

Специальность: Автоматизация и управление

Выполнил: Суворов Роман

Группа: АУ-18-5

Вариант: 21

Принял(-а): Хан С.Г

« » 2020г. (оценка) (подпись)

Алматы, 2020г.

Источники

[Задача №1. 3](#__RefHeading___Toc2348_1271472501)

[Задача №2. 3](#__RefHeading___Toc2350_1271472501)

[Задача № 3. 4](#__RefHeading___Toc2352_1271472501)

[Задача № 4. 5](#__RefHeading___Toc2354_1271472501)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 8](#__RefHeading___Toc2359_1271472501)

**Цель работы:** изучение способов расчета основных и дополнительных погрешностей средств измерений, а также результатов однократных прямых и косвенных измерений.

# **Задача №1.**

Расширенная область значений влияющих величин(РОЗ): от -50°С до 50°С. Нормальные условия(Н.У.) : 20±5 °С. Класс точности измерительного прибора равен 0.25. Прибор работает при tэксплуатации=30°С. Нормированное значение предела допускаемой дополнительной погрешности равно δдоп=0.1% на каждые tоткл=5°С отклонения температуры окружающей среды от нормальной области. Определить погрешность показаний прибора.

Решение:

Погрешность показаний прибора равна: δn =  (δосн + δдоп).

Основная погрешность измерительного прибора осн определяется классом точности измерительного прибора и равна 0.1%.

Для определения дополнительной погрешности найдем отклонение температуры окружающей среды от нормальной области значений 20  5С  (15  25)С : tокр.ср. 30  25 5С . Дополнительная погрешность измерительного прибора:

δдоп = = = 0,1%

Погрешность показаний прибора n  ( δосн + δдоп)  (0,5  0,1)%  0,6%.

Ответ: n = 0,6%.

# **Задача №2.**

Выбрать класс точности и диапазон измерения манометра для измерения номинального давления 40 кПа с относительной погрешностью, не превышающей 2%. Записать результат измерения, если манометр показал 38 кПа, измерение проводилось в нормальных условиях и методическая погрешность была пренебрежительно мала.

Решение:

Поскольку номинальное значение параметра должно попадать во вторую половину диапазона измерений вольтметра, выбираем вольтметр с диапазоном измерения от 0 кПа до 50 кПа, так как:

Номинальное значение 40 кПа это 80% от верхнего значения диапазона. То есть Х – это верхнее значение и это 100%. Используя соотношение получаем:

Х = .

δ = , Δ = = ≤ 1 кПа.

Приведенная погрешность:

γ = = = 2%.

ΔX = = = 1 кПа. Полученное значение не превышает 0,18 В, как и должно получится.

U = Uизм  ΔU = (381)В. При округлении получим:

U = (38  1)В.

Ответ: U = (38  1)В.

# **Задача № 3.**

При измерении расхода калориметрическим расходомером измерение мощности нагревателя производитсяпо показаниям амперметра ивольтметра. Оба эти прибора имеюткласс точности Кл=0.25, работаютв нормальных условиях и имеютсоответственно шкалы 0-5 А и 0-30 В. Номинальные значения силы тока 2.0 А и напряжения 30 В.Оценить погрешность, с которой производится измерение мощности.Представить результат измерения мощности нагревателяв соответствии с правилами округления.

Решение:

Погрешность измерения мощности нагревателя W оценивается как погрешность косвенного измерения по формуле:

ΔW =

ΔU = = =  0,125 В.

ΔI = = =  0,0125 A.

Известно, что мощность равна W = I\*U = 2\*30 = 60 Вт, тогда

ΔW = =0.463 Вт.

δW = = 0,772%

Ответ: ΔW = 0.463 Вт, δW =  0,772%

W = (60  0.463)Вт = (60.0 0.5)Вт.

# **Задача № 4.**

Сила тока измеряется амперметром со шкалой (060)А класса точности 0,25, номинальное значение тока 48 А. Зависимость сопротивления трубки от температуры была найдена в специальных опытах и описывается выражением: Rt = R0(1+αt). При t=0 значение сопротивления R0 = 1 Ом,   4,3\*10^-3 1/K. Относительная погрешность измерения сопротивления не превышает  0,3% . Поверхность трубки F определяется по длине l и его диаметру d, F  \*d\*l . Значение длины l = (100  0,2) мм, диаметра d = (20  0,05) мм. Температура стенки трубки tc измеряется стандартным термоэлектрическим термометром градуировки ПП. Термометр через сосуд свободных концов подсоединяется к лабораторному потенциометру КСП-4 с ценной деления 0,1 мВ. Номинальное значение температуры стенки 300 C. Температура воздуха tв измеряется вдали от трубки ртутным термометром повышенной точности со шкалой (100150) C и предел допускаемой основной погрешности 0,1 C . Номинальное значение температуры воздуха составляет 145 C . Оценить погрешность измерения коэффициента теплоотдачи на лабораторной установке. Погрешностями, связанными с методами измерения, пренебречь. Результат измерения записать в соответствии с правилами округления.

Решение:

При исследовании теплоотдачи от трубы к воздуху коэффициент теплоотдачи подсчитывается из выражения:

αк =

Коэффициент теплоотдачи определяется как результат косвенных измерений параметров Q, F, tc и tв. Поэтому предел допускаемой абсолютной погрешности определения коэффициента теплоотдачи может быть подсчитан из выражения:

Δαк =

Предел допускаемой погрешности, мВ, потенциометра ПП-63 определяется по формуле:

Δlп = (5\*10^-4\*U+0,5\*Up), где U = ETПП(300,0) = 2,314 мВ. (По градуировочной таблице градуировки ПП), а Up = 0,1 – цена деления,

Δlп = (5\*10^-4\*U+0,5\* Up) = (5\*10^-4\*2,314+0,5\*0,1) = 0,06 мВ.

Оценим предел суммарной погрешности Δl∑ измерения температуры в предположении, что погрешности термометра и потенциометра являются независимыми величинами. Тогда

Δl∑ = = =  0,061 мВ, где ΔlТПП – значение погрешности из таблицы «Пределы допустимых основных погрешностей термоэлектрических термометров при температуре свободных концов 0 C».

Переведем это значение из мВ в C с помощью градуировочной таблицы и получим Δtс = 11C.

Оценим предел погрешности определения поверхности теплообменника F:

ΔF = , где = π\*l; = π\*d, Δd = 0,05мм, Δl=0,2мм.

ΔF =

=

=

= 20,106\*10^-6м^2.

Теперь можно оценить погрешность определения количества теплоты, передаваемой от трубки к воздуху:

Q = Rt\*

Rt = R0(1+α\*tc) = 1\*(1+4,3\*10^-3 \*300) = 2,29 Ом

ΔQ = , где = ; = 2Rt\*Iном.

ΔI = = = 0,15А.

Оценим предел суммарной погрешности определения сопротивления нагреваемой трубки по ее температуре, полагая, что погрешность градуировки трубки и погрешность измерения температуры – независимые величины.

ΔR =

Погрешность определения значения R обусловлена погрешностью прибора, измеряющего сопротивление, и погрешностью измерения температуры. Составляющая погрешности, обусловленная погрешностью прибора, не превышает:

ΔRп =  ((δR/100%)\* Rt) =  (0,003\*2,29)= 6,87\*10^-3Ом.

Составляющая погрешности, обусловленная погрешностью измерения температуры, не превышает:

ΔRt =  R0\*α\*Δtc = 1\*4,3\*10^-3\*11= 47,3\*10^-3 Ом.

ΔR = = 0,048 Ом.

ΔQ = = = 115,404 Вт.

Q = Rt\* = 2,29\*482 = 5276,16 Вт.

Δαк =

Для оценки предела погрешности определения коэффициента теплоотдачи воспользуемся формулой для определения абсолютной погрешности. Вначале определим частные производные:

= = = 1,03 1/(м^2\*C) , где F = π\*l\*d = 3,14\*100\*10^-3 \*20\*10^-3=6,28\*10^-3м2

= = = 863,11\*10^3 Вт/(м^4\*C)

= = = 34,97 Вт/(м^2\*C^2)

= = = 34,97 Вт/(м^2\*C^2)

Абсолютная погрешность:

Δαк = = = 403,006 Вт/(м^2\*C)

Расчетный коэффициент теплоотдачи:

αк = = = 5420,341 Вт/(м^2\*C^2)

Результат:

αк = (5420,341  403,006) Вт/(м^2\*C) = (5400  400) Вт/(м^2\*C)

Ответ: αк = (5400  400) Вт/(м^2\*C)

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В этой расчётно графической работе я изучил способы расчёта основных и дополнительных погрешностей средств измерений, а также результатов однократных прямых и косвенных измерений.

Я научился подбирать прибор согласно требованиям измерений, выбирать правильный диапозон измерения, рассчитывать погрешности средств измерений, и рассчитывать суммарную погрешность первичного и вторичного прибора.

Ответы:

Задача 1 : n = 0,6%.

Задача 2 : U = (38  1)В.

Задача 3 : ΔW = 0.463 Вт, δW =  0,772%

W = (60  0.463)Вт = (60.0 0.5)Вт.

Задача 4 : αк = (5400  400) Вт/(м^2\*C)