Министерство науки и высшего образования РФ

Новосибирский государственный технический университет

Кафедра Автоматизированных электротехнологических установок



Расчетно-графическая работа

Задача №6

Факультет: МА

Группа:

Студент:

Преподаватель: Дутова О. С.

«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2021 г.

Новосибирск, 2021 г.

Задание: контактный провод фасонного профиля, выполненный из материала Пi сечением Si, охлаждается поперечным потоком воздуха. По условиям работы температура провода не должна превышать величину tс = 100°С. В летний период температура окружающей среды поднимается до tж = 40 ° С, а в зимний период опускается до tж = –30°С. Износ провода 0 и 40% первоначального сечения. Скорость воздушного потока V = 5 м/с и V = 0 м/с.

*1. Определить коэффициент теплоотдачи α*

*2. Рассчитать допустимую токовую нагрузку.*

*3. Расчет выполнить для постоянного и переменного тока.*

Таблица 1 – Данные варианта 20

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Материал | Сечение проводника | Частота тока |
| Алюминий |  |  |

Таблица 2 – Свойства материала

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Удельное эл. сопротивление | Коэффициент теплопроводности | Частота тока |
|  |  |  |

Условия вынужденной конвекции.

Фасонный провод находится в условиях вынужденной конвекции, произведем расчет исходя из этого.

Коэффициент теплоотдачи с поверхности провода определяется выражением:



Максимально допустимое значение тока найдем из условия, что в установившемся режиме вся теплота, выделяющаяся в проводнике при протекании тока через него, отдается в окружающую среду.

Для постоянного тока:





Для переменного тока:



Рассчитаем коэффициент теплоотдачи и предельно допустимое значение тока для каждого из случаев.

1. *Температура воздуха *

Физические свойства воздуха:



Число Прандтля вдали от провода и вблизи соответственно:



Коэффициент теплоотдачи излучением:







* 1. *Износ проводника = 0%*

Число Рейнольдса:



Характерный размер *l* в данном случае – диаметр проводника:



В таком случае



Для такого значения числа Рейнольдса число Нуссельта определяется выражением:





Тогда коэффициент конвективной теплоотдачи:



Суммарное значение:



Максимально допустимое значение постоянного тока:



Для переменного тока введем коэффициент kr



Где  - глубина проникновения электромагнитного поля в проводник.



Выражение для допустимого переменного тока:





* 1. *Износ проводника = 40%*

При износе провода на 40% его площадь станет равной



Диаметр такого проводника станет равным



Произведем аналогичный расчет.



Результаты:



1. *Температура воздуха *

Физические свойства воздуха:



Число Прандтля вдали от провода и вблизи соответственно:



* 1. *Износ проводника = 0%*

При нулевом износе проводника его диаметр, в соответствии с вариантом, равен



Результаты расчета:



* 1. *Износ проводника = 40%*

Диаметр изношенного проводника:



Результаты расчетов:



Условия свободной конвекции (V = 0 м/с)

В расчете теплоотдачи широко используется критерий Грасгофа:



где 

1. *Температура воздуха *

Ранее для данной температуры были записаны физические свойства воздуха. Определим критерий Грасгофа.



* 1. *Износ провода = 0%*





Для такого значения рассчитаем коэффициент Нуссельта:







Тогда максимальная токовая нагрузка:





* 1. *Износ провода = 40%*



1. *Температура воздуха *



* 1. *Износ провода = 0%*



* 1. *Износ провода = 40%*



Выводы:

1. Более низкая температура обеспечивает лучшие условия для теплоотвода и, соответственно, большее значение допустимого тока
2. Обдув проводника поперечным воздухом значительно улучшает условия теплоотвода и дает возможность протекания тока большей величины
3. Износ проводника – губительный для него процесс, так как при неизменном токе более изношенный проводник будет сильнее нагреваться
4. Расчет для постоянного и переменного тока дает близкие результаты