МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ

РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Северо-Казахстанский государственный университет им. М. Козыбаева

Факультет энергетики и машиностроения

Кафедра энергетики и приборостроения

КУРСОВАЯ РАБОТА

На тему: «Проектирование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором»

по дисциплине – «Электрические машины»

Выполнил Калантырев

Научный руководитель

д.т.н., проф. Н.В. Шатковская

Петропавловск 2010

Содержание

Введение

1. Выбор главных размеров

2. Определение числа пазов статора, витков в фазе обмотки сечения провода обмотки статора

3. Расчёт размеров зубцовой зоны статора и воздушного зазора

4. Расчёт ротора

5. Расчёт магнитной цепи

6. Параметры рабочего режима

7. Расчёт потерь

8. Расчёт рабочих характеристик

9. Тепловой расчёт

10. Расчёт рабочих характеристик по круговой диаграмме

Приложение А

Заключение

Список литературы

Введение

Асинхронные двигатели являются основными преобразователями электрической энергии в механическую и составляют основу электропривода большинства механизмов. Серия 4А охватывает диапазон номинальных мощностей от 0,06 до 400 кВт и имеет 17 высот оси вращения от 50 до 355 мм.

В данном курсовом проекте рассматривается следующий двигатель:

- исполнение по степени защиты: IP23;

- способ охлаждения: IС0141.

Конструктивное исполнение по способу монтажа: IM1081 – по первой цифре – двигатель на лапах, с подшипниковыми щитами; по второй и третьей цифрам – с горизонтальным расположением вала и нижним расположением лап; по четвертой цифре – с одним цилиндрическим концом вала.

Климатические условия работы: У3 – по букве – для умеренного климата; по цифре – для размещения в закрытых помещениях с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий, где колебания температуры и влажности воздуха, воздействия песка и пыли, солнечной радиации существенно меньше, чем на открытом воздухе каменные, бетонные, деревянные и другие, не отапливаемые помещения.

1. Выбор главных размеров

1.1 Определим число пар полюсов:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/31/29/9592931.png (1.1)

Тогда число полюсов https://www.bestreferat.ru/images/paper/32/29/9592932.png.

1.2 Определим высоту оси вращения графически: [1] по рисунку 9.18, б https://www.bestreferat.ru/images/paper/33/29/9592933.png, в соответствии с https://www.bestreferat.ru/images/paper/33/29/9592933.png, по [1] таблице 9.8 определим соответствующий оси вращения наружный диаметр https://www.bestreferat.ru/images/paper/34/29/9592934.png.

1.3 Внутренний диаметр статора https://www.bestreferat.ru/images/paper/35/29/9592935.png, вычислим по формуле:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/36/29/9592936.png, (1.2)

где https://www.bestreferat.ru/images/paper/37/29/9592937.png – коэффициент определяемый по [1] таблице 9.9.

При https://www.bestreferat.ru/images/paper/32/29/9592932.png https://www.bestreferat.ru/images/paper/37/29/9592937.png лежит в промежутке: https://www.bestreferat.ru/images/paper/38/29/9592938.png.

Выберем значение https://www.bestreferat.ru/images/paper/39/29/9592939.png, тогда

https://www.bestreferat.ru/images/paper/40/29/9592940.png

1.4 Определим полюсное деление https://www.bestreferat.ru/images/paper/41/29/9592941.png:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/42/29/9592942.png (1.3)

1.5 Определим расчётную мощность https://www.bestreferat.ru/images/paper/43/29/9592943.png, Вт:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/44/29/9592944.png, (1.4)

где https://www.bestreferat.ru/images/paper/43/29/9592943.png– мощность на валу двигателя, Вт;

https://www.bestreferat.ru/images/paper/45/29/9592945.png – отношение ЭДС обмотки статора к номинальному напряжению, которое может быть приближенно определено [1] по рисунку 9.20. При https://www.bestreferat.ru/images/paper/46/29/9592946.png и https://www.bestreferat.ru/images/paper/32/29/9592932.png, https://www.bestreferat.ru/images/paper/47/29/9592947.png.

Приближенные значения https://www.bestreferat.ru/images/paper/48/29/9592948.png и https://www.bestreferat.ru/images/paper/49/29/9592949.png возьмём по кривым, построенным по данным двигателей серии 4А. [1] рисунок 9.21, в. При https://www.bestreferat.ru/images/paper/50/29/9592950.pngкВт и https://www.bestreferat.ru/images/paper/32/29/9592932.png, https://www.bestreferat.ru/images/paper/51/29/9592951.png, а https://www.bestreferat.ru/images/paper/52/29/9592952.png

https://www.bestreferat.ru/images/paper/53/29/9592953.png

1.6 Электромагнитные нагрузки А и Вd определим графически по кривым [1] рисунок 9.23, б. При https://www.bestreferat.ru/images/paper/50/29/9592950.pngкВт и https://www.bestreferat.ru/images/paper/32/29/9592932.png, https://www.bestreferat.ru/images/paper/54/29/9592954.png, https://www.bestreferat.ru/images/paper/55/29/9592955.pngТл.

1.7 Обмоточный коэффициент https://www.bestreferat.ru/images/paper/56/29/9592956.png. Для двухслойных обмоток при 2р>2 следует принимать https://www.bestreferat.ru/images/paper/56/29/9592956.png=0,91–0,92. Примем https://www.bestreferat.ru/images/paper/57/29/9592957.png.

1.8 Определим синхронную угловую скорость вала двигателя W:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/58/29/9592958.png, (1.5)

где https://www.bestreferat.ru/images/paper/59/29/9592959.png – синхронная частота вращения.

1.9 Рассчитаем длину воздушного зазора https://www.bestreferat.ru/images/paper/60/29/9592960.png:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/61/29/9592961.png, (1.6)

где https://www.bestreferat.ru/images/paper/62/29/9592962.png – коэффициент формы поля. https://www.bestreferat.ru/images/paper/63/29/9592963.png.

https://www.bestreferat.ru/images/paper/64/29/9592964.png

1.10 Критерием правильности выбора главных размеров D и https://www.bestreferat.ru/images/paper/60/29/9592960.png служит отношение https://www.bestreferat.ru/images/paper/65/29/9592965.png, которое должно находиться в допустимых пределах [1] рисунок 9.25, б.

https://www.bestreferat.ru/images/paper/66/29/9592966.png. Значение l лежит в рекомендуемых пределах, значит главные размеры определены верно.

2. Определение числа пазов статора, витков в фазе обмотки и сечения провода обмотки статора

2.1 Определим предельные значения: t1 max и t1 min [1] рисунок 9.26. При https://www.bestreferat.ru/images/paper/67/29/9592967.png и https://www.bestreferat.ru/images/paper/68/29/9592968.png, https://www.bestreferat.ru/images/paper/69/29/9592969.png, https://www.bestreferat.ru/images/paper/70/29/9592970.png.

2.2 Число пазов статора:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/71/29/9592971.png, (2.1)

https://www.bestreferat.ru/images/paper/72/29/9592972.png (2.2)

Окончательно число пазов должно быть кратным значению числа пазов на полюс и фазу: q. Примем https://www.bestreferat.ru/images/paper/73/29/9592973.png, тогда

https://www.bestreferat.ru/images/paper/74/29/9592974.png, (2.3)

где m - число фаз.

2.3 Окончательно определяем зубцовое деление статора:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/75/29/9592975.png (2.4)

2.4 Предварительный ток обмотки статора

https://www.bestreferat.ru/images/paper/76/29/9592976.png (2.5)

2.5 Число эффективных проводников в пазу ( при условии https://www.bestreferat.ru/images/paper/77/29/9592977.png):

https://www.bestreferat.ru/images/paper/78/29/9592978.png (2.6)

2.6 Принимаем число параллельных ветвей https://www.bestreferat.ru/images/paper/79/29/9592979.png, тогда

https://www.bestreferat.ru/images/paper/80/29/9592980.png (2.7)

2.7 Окончательное число витков в фазе обмотки и магнитный поток https://www.bestreferat.ru/images/paper/81/29/9592981.png:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/82/29/9592982.png, (2.8)

https://www.bestreferat.ru/images/paper/83/29/9592983.png (2.9)

2.8 Определим значения электрических и магнитных нагрузок:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/84/29/9592984.png, (2.10)

https://www.bestreferat.ru/images/paper/85/29/9592985.png (2.11)

Значения электрической и магнитных нагрузок незначительно отличаются от выбранных графически.

2.9 Выбор допустимой плотности тока производится с учётом линейной нагрузки двигателя:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/86/29/9592986.png, (2.12)

где https://www.bestreferat.ru/images/paper/87/29/9592987.png - нагрев пазовой части обмотки статора, определим графически [1] рисунок 9.27, д. При https://www.bestreferat.ru/images/paper/88/29/9592988.png https://www.bestreferat.ru/images/paper/89/29/9592989.png.

https://www.bestreferat.ru/images/paper/90/29/9592990.png

2.10 Рассчитаем площадь сечения эфективных проводников:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/91/29/9592991.png (2.13)

Принимаем https://www.bestreferat.ru/images/paper/92/29/9592992.png, тогда [1] таблица П-3.1 https://www.bestreferat.ru/images/paper/93/29/9592993.png, https://www.bestreferat.ru/images/paper/94/29/9592994.png, https://www.bestreferat.ru/images/paper/95/29/9592995.png.

2.11 Окончательно определим плотность тока в обмотке статора:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/96/29/9592996.png (2.14)

3. Расчёт размеров зубцовой зоны статора и воздушного зазора

3.1 Предварительно выберем электромагнитные индукции в ярме статора BZ 1 и в зубцах статора Ba . При https://www.bestreferat.ru/images/paper/97/29/9592997.png [1] таблица 9.12 https://www.bestreferat.ru/images/paper/98/29/9592998.png, а https://www.bestreferat.ru/images/paper/99/29/9592999.png.

3.2 Выберем марку стали 2013 [1] таблица 9.13 и коэффициент заполнения сталью магнитопроводов статора и ротора https://www.bestreferat.ru/images/paper/00/30/9593000.png.

3.3 По выбранным индукциям определим высоту ярма статора https://www.bestreferat.ru/images/paper/01/30/9593001.png и минимальную ширину зубца https://www.bestreferat.ru/images/paper/02/30/9593002.png

https://www.bestreferat.ru/images/paper/03/30/9593003.png, (3.1)

https://www.bestreferat.ru/images/paper/04/30/9593004.png (3.2)

3.4 Подберём высоту шлица https://www.bestreferat.ru/images/paper/05/30/9593005.png и ширину шлица https://www.bestreferat.ru/images/paper/06/30/9593006.png полузакрытого паза. Для двигателей с высотой оси https://www.bestreferat.ru/images/paper/07/30/9593007.png, https://www.bestreferat.ru/images/paper/08/30/9593008.pngмм. Ширину шлица выберем из таблицы 9.16 [1]. При https://www.bestreferat.ru/images/paper/97/29/9592997.png и https://www.bestreferat.ru/images/paper/09/30/9593009.png, https://www.bestreferat.ru/images/paper/10/30/9593010.png.

3.5 Определим размеры паза:

высоту паза:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/11/30/9593011.png, (3.3)

размеры паза в штампе https://www.bestreferat.ru/images/paper/12/30/9593012.png и https://www.bestreferat.ru/images/paper/13/30/9593013.png:

Выберем https://www.bestreferat.ru/images/paper/14/30/9593014.png, тогда

https://www.bestreferat.ru/images/paper/15/30/9593015.png, (3.4)

https://www.bestreferat.ru/images/paper/16/30/9593016.png

https://www.bestreferat.ru/images/paper/17/30/9593017.png, (3.5)

высоту клиновой части паза https://www.bestreferat.ru/images/paper/18/30/9593018.png:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/19/30/9593019.png (3.6)

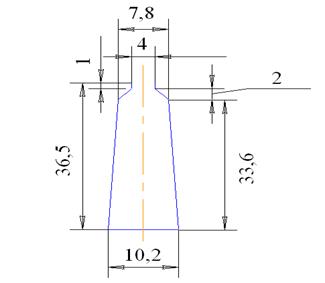


Рисунок 3.1. Паз спроектированного двигателя с короткозамкнутым ротором

3.6 Определим размеры паза в свету с учётом припусков на шихтовку и сборку сердечников: https://www.bestreferat.ru/images/paper/21/30/9593021.png и https://www.bestreferat.ru/images/paper/22/30/9593022.png, таблица 9.14 [1]:

ширину, https://www.bestreferat.ru/images/paper/23/30/9593023.png и https://www.bestreferat.ru/images/paper/24/30/9593024.png:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/25/30/9593025.png, (3.7)

https://www.bestreferat.ru/images/paper/26/30/9593026.png, (3.8)

и высоту https://www.bestreferat.ru/images/paper/27/30/9593027.png:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/28/30/9593028.png (3.9)

Определим площадь поперечного сечения корпусной изоляции в пазу:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/29/30/9593029.png, (3.10)

где https://www.bestreferat.ru/images/paper/30/30/9593030.png - односторонняя толщина изоляции в пазу, https://www.bestreferat.ru/images/paper/31/30/9593031.png.

https://www.bestreferat.ru/images/paper/32/30/9593032.png

Расчитаем площадь поперечного сечения прокладок к пазу:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/33/30/9593033.png (3.11)

Определим площадь поперечного сечения паза для размещения проводников:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/34/30/9593034.png (3.12)

3.7 Критерием правильности выбранных размеров служит коэффициент заполнения паза https://www.bestreferat.ru/images/paper/35/30/9593035.png, который приближённо равен https://www.bestreferat.ru/images/paper/36/30/9593036.png.

https://www.bestreferat.ru/images/paper/37/30/9593037.png, (3.13)

таким образом выбранные значения верны.

4. Расчёт ротора

4.1 Выберем высоту воздушного зазора d графически по [1] рисунок 9.31. При https://www.bestreferat.ru/images/paper/38/30/9593038.png и https://www.bestreferat.ru/images/paper/39/30/9593039.png, https://www.bestreferat.ru/images/paper/40/30/9593040.png.

4.2 Внешний диаметр короткозамкнутого ротора:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/41/30/9593041.png (4.1)

4.3 Длина ротора равна длине воздушного зазора: https://www.bestreferat.ru/images/paper/42/30/9593042.png, https://www.bestreferat.ru/images/paper/43/30/9593043.png.

4.4 Число пазов выберем из таблицы 9.18 [1], https://www.bestreferat.ru/images/paper/44/30/9593044.png.

4.5 Определяем величину зубцового деления ротора:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/45/30/9593045.png (4.2)

4.6 Значение коэффициента kB для расчёта диаметра вала определим из таблицы 9.19 [1]. При https://www.bestreferat.ru/images/paper/38/30/9593038.png и https://www.bestreferat.ru/images/paper/46/30/9593046.png, https://www.bestreferat.ru/images/paper/47/30/9593047.png.

Внутренний диаметр ротора равен:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/48/30/9593048.png (4.3)

4.7 Определим ток в стержне ротора:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/49/30/9593049.png, (4.4)

где ki - коэффициент, учитывающий влияние тока намагничивания и сопротивления обмоток на отношение https://www.bestreferat.ru/images/paper/50/30/9593050.png, определим графически при https://www.bestreferat.ru/images/paper/51/30/9593051.png; https://www.bestreferat.ru/images/paper/52/30/9593052.png;

https://www.bestreferat.ru/images/paper/53/30/9593053.png - коэффициент приведения токов, определим по формуле:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/54/30/9593054.png (4.5)

Тогда искомый ток в стержне ротора:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/55/30/9593055.png

4.8 Определим площадь поперечного сечения стержня:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/56/30/9593056.png, (4.6)

где https://www.bestreferat.ru/images/paper/57/30/9593057.png - допустимая плотность тока; в нашем случае https://www.bestreferat.ru/images/paper/58/30/9593058.png.

https://www.bestreferat.ru/images/paper/59/30/9593059.png

4.9 Паз ротора определяем по рисунку 9.40, б [1]. Принимаем https://www.bestreferat.ru/images/paper/60/30/9593060.png, https://www.bestreferat.ru/images/paper/61/30/9593061.png, https://www.bestreferat.ru/images/paper/62/30/9593062.png.

Магнитную индукцию в зубце ротора https://www.bestreferat.ru/images/paper/63/30/9593063.png выберем из промежутка https://www.bestreferat.ru/images/paper/64/30/9593064.png [1] таблица 9.12. Примем https://www.bestreferat.ru/images/paper/65/30/9593065.png.

Определим допустимую ширину зубца:

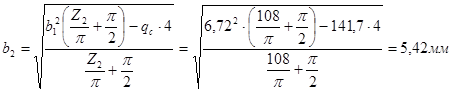
https://www.bestreferat.ru/images/paper/66/30/9593066.png (4.7)

Расчитаем размеры паза:

ширинуb1 и b2 :

https://www.bestreferat.ru/images/paper/67/30/9593067.png

https://www.bestreferat.ru/images/paper/68/30/9593068.png, (4.8)

, (4.9)

высоту h1 :

https://www.bestreferat.ru/images/paper/70/30/9593070.png (4.10)

Рассчитаем полную высоту паза ротора hП2 :

https://www.bestreferat.ru/images/paper/71/30/9593071.png (4.11)

Уточним площадь сечения стержня https://www.bestreferat.ru/images/paper/72/30/9593072.png:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/73/30/9593073.png

https://www.bestreferat.ru/images/paper/74/30/9593074.png (4.12)

4.10 Определим плотность тока в стержне J2 :

https://www.bestreferat.ru/images/paper/75/30/9593075.png (4.13)

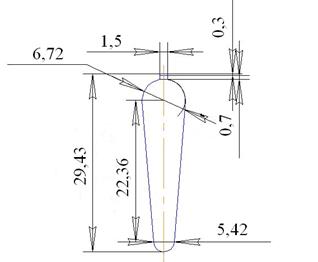


Рисунок 4.1. Паз спроектированного двигателя с короткозамкнутым ротором

4.11 Рассчитаем площадь сечения короткозамыкающих колец qкл :

https://www.bestreferat.ru/images/paper/77/30/9593077.png, (4.14)

где https://www.bestreferat.ru/images/paper/78/30/9593078.png - ток в кольце, определим по формуле:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/79/30/9593079.png, (4.15)

где https://www.bestreferat.ru/images/paper/80/30/9593080.png,

тогда

https://www.bestreferat.ru/images/paper/81/30/9593081.png,

https://www.bestreferat.ru/images/paper/82/30/9593082.png, (4.16)

https://www.bestreferat.ru/images/paper/83/30/9593083.png

4.12 Рассчитаем рамеры замыкающих колец https://www.bestreferat.ru/images/paper/84/30/9593084.png, https://www.bestreferat.ru/images/paper/85/30/9593085.png и средний диаметр кольцаhttps://www.bestreferat.ru/images/paper/86/30/9593086.png:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/87/30/9593087.png, (4.17)

https://www.bestreferat.ru/images/paper/88/30/9593088.png (4.18)

Уточним площадь сечения кольца:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/89/30/9593089.png, (4.19)

https://www.bestreferat.ru/images/paper/90/30/9593090.png (4.20)

5. Расчёт намагничивающего тока

5.1 Значение индукций в зубцах ротора и статора:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/91/30/9593091.png, (5.1)

https://www.bestreferat.ru/images/paper/92/30/9593092.png (5.2)

5.2 Расчитаем индукцию в ярме статора Ba :

https://www.bestreferat.ru/images/paper/93/30/9593093.png (5.3)

5.3 Определим индукцию в ярме ротора Bj :

https://www.bestreferat.ru/images/paper/94/30/9593094.png, (5.4)

где h'j — расчетная высота ярма ротора, м.

Для двигателей с 2р≥4 с посадкой сердечника ротора на втулку или на оребренный вал h'j определяют по формуле:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/95/30/9593095.png, (5.5)

https://www.bestreferat.ru/images/paper/96/30/9593096.png

**5.4 Магнитное напряжение воздушного зазора Fd :**

https://www.bestreferat.ru/images/paper/97/30/9593097.png, (5.6)

где kд - коэффициент воздушного зазора, определим по формуле:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/98/30/9593098.png, (5.7)

где https://www.bestreferat.ru/images/paper/99/30/9593099.png

https://www.bestreferat.ru/images/paper/00/31/9593100.png

Магнитное напряжение воздушного зазора:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/01/31/9593101.png

5.5 Магнитное напряжение зубцовых зон статора Fz 1 :

Fz1 =2hz1 Hz1 , (5.8)

где 2hz1 — расчетная высота зубца статора, м.

Hz1 определим по [1] таблице П-1.7. При https://www.bestreferat.ru/images/paper/02/31/9593102.png, https://www.bestreferat.ru/images/paper/03/31/9593103.png.

https://www.bestreferat.ru/images/paper/04/31/9593104.png

5.6 Магнитное напряжение зубцовых зон ротора Fz 2 :

https://www.bestreferat.ru/images/paper/05/31/9593105.png, (5.9)

где https://www.bestreferat.ru/images/paper/06/31/9593106.png;

https://www.bestreferat.ru/images/paper/07/31/9593107.png, [1] таблица П-1.7.

https://www.bestreferat.ru/images/paper/08/31/9593108.png

5.7 Рассчитаем коэффициент насыщения зубцовой зоны kz :

https://www.bestreferat.ru/images/paper/09/31/9593109.png (5.10)

5.8 Найдём длину средней магнитной линии ярма статора La :

https://www.bestreferat.ru/images/paper/10/31/9593110.png (5.11)

5.9 Определим напряженность поля Ha при индукции Вa по кривой намагничивания для ярма принятой марки стали 2013 [1] таблица П-1.6. При https://www.bestreferat.ru/images/paper/11/31/9593111.png, https://www.bestreferat.ru/images/paper/12/31/9593112.png.

5.10 Найдём магнитное напряжение ярма статора Fa :

https://www.bestreferat.ru/images/paper/13/31/9593113.png (5.12)

5.11 Определим длину средней магнитной линии потока в ярме ротора Lj :

https://www.bestreferat.ru/images/paper/14/31/9593114.png, (5.13)

где hj - высота спинки ротора, находится по формуле:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/15/31/9593115.png, (5.14)

https://www.bestreferat.ru/images/paper/16/31/9593116.png

5.12 Напряжённость поля Hj при индукции https://www.bestreferat.ru/images/paper/17/31/9593117.png определим по кривой намагничивания ярма для принятой марки стали [1] таблица П-1.6. При https://www.bestreferat.ru/images/paper/18/31/9593118.png, https://www.bestreferat.ru/images/paper/19/31/9593119.png.

Определим магнитное напряжение ярма ротора Fj :

https://www.bestreferat.ru/images/paper/20/31/9593120.png (5.15)

5.13 Рассчитаем суммарное магнитное напряжение магнитной цепи машины (на пару полюсов) Fц :

https://www.bestreferat.ru/images/paper/21/31/9593121.png (5.16)

5.14 Коэффициент насыщения магнитной цепи https://www.bestreferat.ru/images/paper/22/31/9593122.png:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/23/31/9593123.png (5.17)

5.15 Намагничивающий ток https://www.bestreferat.ru/images/paper/24/31/9593124.png:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/25/31/9593125.png (5.18)

Относительное значение намагничивающего тока https://www.bestreferat.ru/images/paper/26/31/9593126.png:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/27/31/9593127.png (5.19)

**6. Параметры рабочего режима**

Параметрами асинхронной машины называют активные и индуктивные сопротивления обмоток статора х1 , r1 , ротора r2 , x2 , сопротивление взаимной индуктивности х12 (или xм ),и расчетное сопротивление r12 (или rм ), введением которого учитывают влияние потерь в стали статора на характеристики двигателя.

Схемы замещения фазы асинхронной машины, основанные на приведении процессов во вращающейся машине к неподвижной, приведены на рисунке 6.1. Физические процессы в асинхронной машине более наглядно отражает схема, изображенная на рисунке 6.1. Но для расчета удобнее преобразовать ее в схему, показанную на рисунке 6.2.

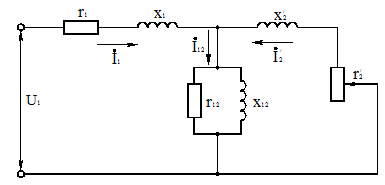


Рисунок 6.1. Схема замещения фазы обмотки приведенной асинхронной машины

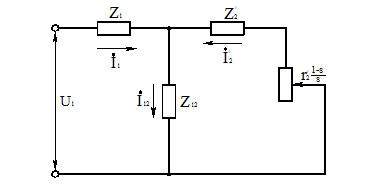


Рисунок 6.2. Преобразованная схема замещения фазы обмотки приведенной асинхронной машины

6.1 Активное сопротивление фазы обмотки статора https://www.bestreferat.ru/images/paper/30/31/9593130.png расчитаем по формуле:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/31/31/9593131.png, (6.1)

где L1 - общая длина эффективных проводников фазы обмотки, м;

а - число параллельных ветвей обмотки;

с115 - удельное сопротивление материала обмотки (меди для статора) при расчетной температуре. Для меди https://www.bestreferat.ru/images/paper/32/31/9593132.png;

kr - коэффициент увеличения активного сопротивления фазы обмотки от действия эффекта вытеснения тока.

В проводниках обмотки статора асинхронных машин эффект вытеснения тока проявляется незначительно из-за малых размеров элементарных проводников. Поэтому в расчетах нормальных машин, как правило, принимают kr=1.

6.2 Общую длину проводников фазы обмотки L1 расcчитаем по формуле:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/33/31/9593133.png, (6.2)

где lср - средняя длина витка обмотки, м.

6.3 Среднюю длину витка lср находят как сумму прямолинейных - пазовых и изогнутых лобовых частей катушки:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/34/31/9593134.png, (6.3)

где lП - длина пазовой части, равна конструктивной длине сердечников машины. https://www.bestreferat.ru/images/paper/35/31/9593135.png;

lл - длина лобовой части.

6.4 Длина лобовой части катушки всыпной обмотки статора определяется по формуле:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/36/31/9593136.png, (6.4)

где Кл - коэффициент, значение которого зависит от числа пар полюсов, для https://www.bestreferat.ru/images/paper/37/31/9593137.png [1] таблица 9.23 https://www.bestreferat.ru/images/paper/38/31/9593138.png;

bКТ - средняя ширина катушки, м, определяемая по дуге окружности, проходящей по серединам высоты пазов:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/39/31/9593139.png, (6.5)

где b1 - относительное укорочение шага обмотки статора. Обычно принимают https://www.bestreferat.ru/images/paper/40/31/9593140.png.

https://www.bestreferat.ru/images/paper/41/31/9593141.png

Коэффициент https://www.bestreferat.ru/images/paper/42/31/9593142.png для всыпной обмотки, укладываемой в пазы до запрессовки сердечника в корпус.

https://www.bestreferat.ru/images/paper/43/31/9593143.png

Средняя длина:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/44/31/9593144.png

Общая длина эффективных проводников фазы обмотки:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/45/31/9593145.png

Активное сопротивление фазы обмотки статора:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/46/31/9593146.png

6.5 Определим длину вылета по лобовой части:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/47/31/9593147.png, (6.6)

где Квыл - коэффициент, определяемый по[1] таблице 9.23. https://www.bestreferat.ru/images/paper/48/31/9593148.png при https://www.bestreferat.ru/images/paper/49/31/9593149.png.

6.6 Определим относительное значение сопротивления фазы обмотки статора https://www.bestreferat.ru/images/paper/50/31/9593150.png:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/51/31/9593151.png (6.7)

6.7 Определим активное сопротивление фазы обмотки ротора r2 :

https://www.bestreferat.ru/images/paper/52/31/9593152.png, (6.8)

где rс - сопротивление стержня;

rкл - сопротивление кольца.

6.8 Сопротивление стержня рассчитаем по формуле:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/53/31/9593153.png (6.9)

6.9 Рассчитаем сопротивление кольца:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/54/31/9593154.png (6.10)

Тогда активное сопротивление ротора:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/55/31/9593155.png

6.10 Приведём r2 к числу витков обмотки статора, определим https://www.bestreferat.ru/images/paper/56/31/9593156.png:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/57/31/9593157.png (6.11)

6.11 Относительное значение сопротивления фазы обмотки ротора.

https://www.bestreferat.ru/images/paper/58/31/9593158.png (6.12)

6.12 Индуктивное сопротивление фаз обмотки ротора:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/59/31/9593159.png, (6.13)

где lп – коэффициент магнитной проводимости пазового ротора.

Исходя из рисунка 9.50, e lп определим по формуле из [1] таблицы 9.26:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/60/31/9593160.png, (6.14)

где https://www.bestreferat.ru/images/paper/61/31/9593161.png, https://www.bestreferat.ru/images/paper/62/31/9593162.png, https://www.bestreferat.ru/images/paper/63/31/9593163.png, https://www.bestreferat.ru/images/paper/64/31/9593164.png, https://www.bestreferat.ru/images/paper/65/31/9593165.png

**(проводники закреплены пазовой крышкой).**

https://www.bestreferat.ru/images/paper/66/31/9593166.png, (6.15)

https://www.bestreferat.ru/images/paper/67/31/9593167.png

Коэффициент магнитной проводимости лобового рассеяния:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/68/31/9593168.png (6.16)

Коэффициент магнитной проводимости дифференциального рассеяния, определим по формуле:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/69/31/9593169.png, (6.17)

где https://www.bestreferat.ru/images/paper/70/31/9593170.png,

где https://www.bestreferat.ru/images/paper/71/31/9593171.png определяется графически, при https://www.bestreferat.ru/images/paper/72/31/9593172.png, https://www.bestreferat.ru/images/paper/73/31/9593173.png [1] рисунок 9.51, д, https://www.bestreferat.ru/images/paper/74/31/9593174.png.

https://www.bestreferat.ru/images/paper/75/31/9593175.png

По формуле (6.13) рассчитаем индуктивное сопротивление обмотки статора:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/76/31/9593176.png

6.13 Определим относительное значение индуктивного сопротивления обмотки статора https://www.bestreferat.ru/images/paper/77/31/9593177.png:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/78/31/9593178.png (6.18)

6.14 Произведём расчёт индуктивного сопротивления фазы обмотки ротора по формуле:

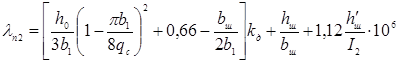
https://www.bestreferat.ru/images/paper/79/31/9593179.png, (6.19)

где lп2 – коэффициент магнитной проводимости паза ротора;

lл2 – коэффициент магнитной проводимости лобовой части ротора;

lд2 – коэффициент магнитной проводимости дифференциального рассеяния ротора.

Коэффициент магнитной проводимости паза ротора рассчитаем по формуле, исходя из [1] таблица 9.27:

, (6.20)

где https://www.bestreferat.ru/images/paper/81/31/9593181.png, https://www.bestreferat.ru/images/paper/82/31/9593182.png.

https://www.bestreferat.ru/images/paper/83/31/9593183.png, (6.21)

https://www.bestreferat.ru/images/paper/84/31/9593184.png

6.15 Коэффициент магнитной проводимости лобовой части ротора определим по формуле:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/85/31/9593185.png,

https://www.bestreferat.ru/images/paper/86/31/9593186.png (6.22)

6.16 Коэффициент магнитной проводимости дифференциального рассеяния ротора определим по формуле:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/87/31/9593187.png, (6.23)

где https://www.bestreferat.ru/images/paper/88/31/9593188.png.

https://www.bestreferat.ru/images/paper/89/31/9593189.png

6.17 Найдём значение индуктивного сопротивления по формуле (6.19):

https://www.bestreferat.ru/images/paper/90/31/9593190.png

Приведём x2 к числу витков статора:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/91/31/9593191.png (6.24)

Относительное значение, https://www.bestreferat.ru/images/paper/92/31/9593192.png:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/93/31/9593193.png (6.25)

**7. Расчёт потерь**

7.1 Рассчитаем основные потери в стали статора асинхронной машины по формуле:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/94/31/9593194.png, (7.1)

где https://www.bestreferat.ru/images/paper/95/31/9593195.png – удельные потери, https://www.bestreferat.ru/images/paper/96/31/9593196.png[1] таблица 9.28;

b – показатель степени, для марки стали 2013 https://www.bestreferat.ru/images/paper/97/31/9593197.png;

kда и kд z – коэффициенты, учитывающие влияние на потери в стали, для стали марки 2013 https://www.bestreferat.ru/images/paper/98/31/9593198.png, https://www.bestreferat.ru/images/paper/99/31/9593199.png;

ma – масса ярма, считается по формуле:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/00/32/9593200.png,

https://www.bestreferat.ru/images/paper/01/32/9593201.png, (7.2)

где https://www.bestreferat.ru/images/paper/02/32/9593202.png – удельная масса стали.

Масса зубцов статора:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/03/32/9593203.png, (7.3)

https://www.bestreferat.ru/images/paper/04/32/9593204.png

7.2 Рассчитаем полные поверхностные потери в роторе:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/05/32/9593205.png, (7.4)

где pпов2 – удельные поверхностные потери, определим по формуле:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/06/32/9593206.png, (7.5)

где https://www.bestreferat.ru/images/paper/07/32/9593207.png – коэффициент, учитывающий влияние обработки поверхности головок зубцов ротора на удельные потери;

В02 – амплитуда пульсации индукции в воздушном зазоре, определим по формуле:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/08/32/9593208.png, (7.6)

где https://www.bestreferat.ru/images/paper/09/32/9593209.png определяется графически при https://www.bestreferat.ru/images/paper/10/32/9593210.png [1] рисунок 9.53, б.

7.3 Рассчитаем удельные поверхностные потери по формуле (7.5):

https://www.bestreferat.ru/images/paper/11/32/9593211.png,

https://www.bestreferat.ru/images/paper/12/32/9593212.png

7.4 Рассчитаем пульсационные потери в зубцах ротора:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/13/32/9593213.png, (7.7)

где mz 2 – масса стали зубцов ротора;

Впул2 – амплитуда магнитной пульсации в роторе.

https://www.bestreferat.ru/images/paper/14/32/9593214.png, (7.8)

https://www.bestreferat.ru/images/paper/15/32/9593215.png, (7.9)

https://www.bestreferat.ru/images/paper/16/32/9593216.png

7.5 Определим сумму добавочных потерь в стали:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/17/32/9593217.png (7.10)

7.6 Полные потери в стали:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/18/32/9593218.png (7.11)

7.7 Определим механические потери:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/19/32/9593219.png, (7.12)

где https://www.bestreferat.ru/images/paper/20/32/9593220.png, при https://www.bestreferat.ru/images/paper/21/32/9593221.png по таблице 9.29 [1].

7.8 Рассчитаем добавочные потери при номинальном режиме:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/22/32/9593222.png (7.13)

7.9 Ток холостого хода двигателя:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/23/32/9593223.png, (7.14)

где Iх.х.а. – активная составляющая тока холостого хода, её определим по формуле:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/24/32/9593224.png, (7.15)

где Рэ.1 х.х. – электрические потери в статоре при холостом ходе:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/25/32/9593225.png, (7.16)

https://www.bestreferat.ru/images/paper/26/32/9593226.png

7.10 Определим коэффициент мощности при холостом ходе:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/27/32/9593227.png (7.17)

8. Расчёт рабочих характеристик

8.1 Определим действительную часть сопротивления:

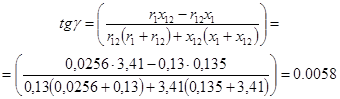
https://www.bestreferat.ru/images/paper/28/32/9593228.png (8.1)

8.2 Мнимая часть сопротивления:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/29/32/9593229.png (8.2)

8.3 Постоянная электродвигателя:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/30/32/9593230.png, (8.3)

 (8.4)

8.4 Определим активную составляющую тока:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/32/32/9593232.png (8.5)

8.5 Определим величины:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/33/32/9593233.png,

https://www.bestreferat.ru/images/paper/34/32/9593234.png, (8.6)

https://www.bestreferat.ru/images/paper/35/32/9593235.png, (8.7)

https://www.bestreferat.ru/images/paper/36/32/9593236.png (8.8)

8.6 Потери, не меняющиеся при изменении скольжения:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/37/32/9593237.png (8.9)

Принимаем https://www.bestreferat.ru/images/paper/38/32/9593238.png и рассчитаем рабочие характеристики, при скольжении равном: 0,005; 0,01; 0,015; 0,02; 0,0201. Результаты расчёта запишем в таблицу 8.1.

Р2н =110кВт; U1н =220/380 В; 2p=10 I0 a =2,74 A; I0 p =Im =61,99 A;

Pc т + Pмех =1985,25 Вт; r1 =0,0256 Oм; r¢2 =0,0205 Oм; с1 =1,039;

а¢=1,0795; а=0,0266 Ом; b¢=0; b=0,26 Ом

Таблица 8.1

Рабочие характеристики асинхронного двигателя

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Расчётная формула | С. И. | Скольжение s | | | | |
| 0,005 | 0,01 | 0,015 | 0,02 | 0,0201 |
| https://www.bestreferat.ru/images/paper/39/32/9593239.png | Ом | 4,43 | 2,21 | 1,48 | 1,11 | 1,1 |
| https://www.bestreferat.ru/images/paper/40/32/9593240.png | Ом | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| https://www.bestreferat.ru/images/paper/41/32/9593241.png | Ом | 4,46 | 2,24 | 1,51 | 1,14 | 1,13 |
| https://www.bestreferat.ru/images/paper/42/32/9593242.png | Ом | 0,26 | 0,26 | 0,26 | 0,26 | 0,26 |
| https://www.bestreferat.ru/images/paper/43/32/9593243.png | Ом | 4,47 | 2,26 | 1,53 | 1,17 | 1,16 |
| https://www.bestreferat.ru/images/paper/44/32/9593244.png | А | 49,22 | 97,35 | 143,79 | 188,03 | 189,66 |
| https://www.bestreferat.ru/images/paper/45/32/9593245.png | - | 0,998 | 0,991 | 0,987 | 0,974 | 0,974 |
| https://www.bestreferat.ru/images/paper/46/32/9593246.png | - | 0,058 | 0,115 | 0,169 | 0,222 | 0,224 |
| https://www.bestreferat.ru/images/paper/47/32/9593247.png | А | 51,86 | 99,21 | 144,66 | 185,88 | 187,47 |
| https://www.bestreferat.ru/images/paper/48/32/9593248.png | А | 64,84 | 73,19 | 86,29 | 103,73 | 104,47 |
| https://www.bestreferat.ru/images/paper/49/32/9593249.png | А | 83,03 | 123,29 | 168,44 | 212,86 | 214,61 |
| https://www.bestreferat.ru/images/paper/50/32/9593250.png | А | 51,14 | 101,15 | 149,4 | 195,36 | 197,06 |
| https://www.bestreferat.ru/images/paper/51/32/9593251.png | кВт | 34,23 | 65,48 | 95,48 | 122,68 | 123,73 |
| https://www.bestreferat.ru/images/paper/52/32/9593252.png | кВт | 0,529 | 1,167 | 2,179 | 3,479 | 3,537 |
| https://www.bestreferat.ru/images/paper/53/32/9593253.png | кВт | 0,161 | 0,629 | 1,372 | 2,347 | 2,388 |
| https://www.bestreferat.ru/images/paper/54/32/9593254.png | кВт | 0,171 | 0,327 | 0,477 | 0,613 | 0,619 |
| https://www.bestreferat.ru/images/paper/55/32/9593255.png | кВт | 2,846 | 4,106 | 6,011 | 8,421 | 8,527 |
| https://www.bestreferat.ru/images/paper/56/32/9593256.png | кВт | 31,38 | 61,37 | 89,47 | 114,26 | 115,2 |
| https://www.bestreferat.ru/images/paper/57/32/9593257.png | - | 0,917 | 0,937 | 0,937 | 0,931 | 0,931 |
| https://www.bestreferat.ru/images/paper/58/32/9593258.png | - | 0,625 | 0,805 | 0,859 | 0,873 | 0,874 |

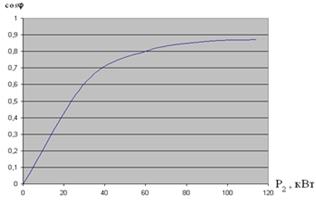


Рисунок 8.1. График зависимости https://www.bestreferat.ru/images/paper/60/32/9593260.png двигателя от мощности P2

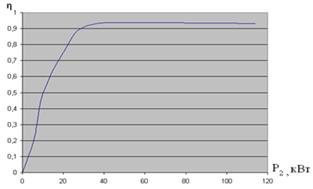


Рисунок 8.2. График зависимости КПД двигателя от мощности P2

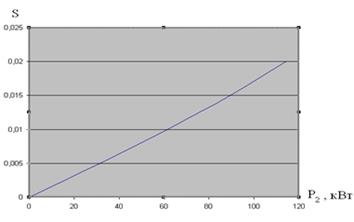


Рисунок 8.3. График зависимости скольжения s двигателя от мощности P2

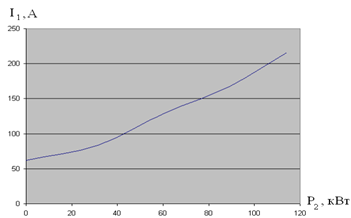


Рисунок 8.4. График зависимости тока статора I1 двигателя от мощности P2

9. Тепловой расчёт

9.1 Определим превышение температуры внутренней поверхности сердечника статора над температурой воздуха внутри двигателя:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/64/32/9593264.png, (9.1)

где https://www.bestreferat.ru/images/paper/65/32/9593265.png при https://www.bestreferat.ru/images/paper/66/32/9593266.png и степени защиты IP23, [1] таблица.9,35;

a1 – коэффициент теплоотдачи с поверхности, определим графически [1] рисунок 9.68, б, https://www.bestreferat.ru/images/paper/67/32/9593267.png.

https://www.bestreferat.ru/images/paper/68/32/9593268.png, (9.2)

где https://www.bestreferat.ru/images/paper/69/32/9593269.png – коэффициент увеличения потерь, для класса нагревостойкости F https://www.bestreferat.ru/images/paper/70/32/9593270.png.

https://www.bestreferat.ru/images/paper/71/32/9593271.png, (9.3)

https://www.bestreferat.ru/images/paper/72/32/9593272.png,

https://www.bestreferat.ru/images/paper/73/32/9593273.png

9.2 Перепад температуры в изоляции пазовой части обмотки статора:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/74/32/9593274.png, (9.4)

где Пп1 – периметр поперечного сечения паза статора, определим по формуле:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/75/32/9593275.png; (9.5)

lэкв. – средняя эквивалентная теплопроводимость пазовой части, для класса нагревостойкости F https://www.bestreferat.ru/images/paper/76/32/9593276.png, [1] страница 452;

https://www.bestreferat.ru/images/paper/77/32/9593277.png – среднее значение коэффициента теплопроводимости внутренней изоляции. https://www.bestreferat.ru/images/paper/78/32/9593278.png определим графически при https://www.bestreferat.ru/images/paper/79/32/9593279.png, https://www.bestreferat.ru/images/paper/80/32/9593280.png, [1] рисунок 9.69.

https://www.bestreferat.ru/images/paper/81/32/9593281.png

9.3 Определим перепад температуры по толщине изоляции лобовых частей:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/82/32/9593282.png, (9.6)

где https://www.bestreferat.ru/images/paper/83/32/9593283.png, https://www.bestreferat.ru/images/paper/84/32/9593284.png.

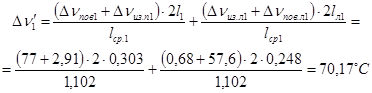
Лобовые части обмотки статора не изолированы, поэтому https://www.bestreferat.ru/images/paper/85/32/9593285.png.

https://www.bestreferat.ru/images/paper/86/32/9593286.png

9.4 Рассчитаем превышение температуры наружной поверхности лобовых частей над температурой воздуха внутри машины:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/87/32/9593287.png (9.7)

9.5 Определим среднее превышение температуры обмотки статора над температурой воздуха внутри машины:

 (9.8)

9.6 Рассчитаем среднее превышение температуры воздуха внутри машины над температурой окружающей среды:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/89/32/9593289.png, (9.9)

где aв – определим графически [1] рисунок 9.68, https://www.bestreferat.ru/images/paper/90/32/9593290.png;

https://www.bestreferat.ru/images/paper/91/32/9593291.png – сумма потерь, отводимых в воздух внутри двигателя:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/92/32/9593292.png, (9.10)

https://www.bestreferat.ru/images/paper/93/32/9593293.png, (9.11)

где https://www.bestreferat.ru/images/paper/94/32/9593294.png – суммарные потери в двигателе при номинальном режиме;

Рэ1 – электрические потери в обмотке статора при номинальном режиме;

Рэ2 – электрические потери в обмотке ротора при номинальном режиме.

https://www.bestreferat.ru/images/paper/95/32/9593295.png,

https://www.bestreferat.ru/images/paper/96/32/9593296.png, (9.12)

где Sкор. – площадь поверхности станины.

Пр определяем графически. При https://www.bestreferat.ru/images/paper/97/32/9593297.png, https://www.bestreferat.ru/images/paper/98/32/9593298.png рисунок 9.70 [1].

https://www.bestreferat.ru/images/paper/99/32/9593299.png

9.7 Определим среднее превышение температуры обмотки статора над температурой окружающей среды:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/00/33/9593300.png (9.13)

9.8 Определим расход воздуха, требуемый для вентиляции:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/01/33/9593301.png (9.14)

9.9 Расход воздуха, обеспечиваемый наружным вентилятором при конструктивном исполнении, и размерах принятых в серии 4А может быть приближённо определён по формуле:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/02/33/9593302.png, (9.15)

где https://www.bestreferat.ru/images/paper/03/33/9593303.pngи https://www.bestreferat.ru/images/paper/04/33/9593304.png- число и ширина, м, радиальных вентиляционных каналов, страница 384 [1];

n- частота вращения двигателя, об/мин;

https://www.bestreferat.ru/images/paper/05/33/9593305.png- коэффициент, https://www.bestreferat.ru/images/paper/06/33/9593306.pngдля двигателей с https://www.bestreferat.ru/images/paper/07/33/9593307.png.

https://www.bestreferat.ru/images/paper/08/33/9593308.png

https://www.bestreferat.ru/images/paper/09/33/9593309.png, т.е. расход воздуха, обеспечиваемый наружным вентилятором больше расхода воздуха требуемого для вентиляции электродвигателя.

10. Расчёт рабочих характеристик по круговой диаграмме

10.1 Сначала определим ток синхронного холостого хода по формуле:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/10/33/9593310.png, (10.1)

где https://www.bestreferat.ru/images/paper/11/33/9593311.png.

10.2 Рассчитаем активное и индуктивное сопротивления короткого замыкания:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/12/33/9593312.png, (10.2)

https://www.bestreferat.ru/images/paper/13/33/9593313.png (10.3)

10.3 Рассчитаем масштабы круговой диаграммы:

Масштаб тока равен:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/14/33/9593314.png, (10.4)

где Dк – диаметр круга диаграммы, выбирается из интервала: https://www.bestreferat.ru/images/paper/15/33/9593315.png, выберем https://www.bestreferat.ru/images/paper/16/33/9593316.png.

**Масштаб мощности:**

https://www.bestreferat.ru/images/paper/17/33/9593317.png (10.5)

Масштаб момента:

https://www.bestreferat.ru/images/paper/18/33/9593318.png (10.6)

Круговая диаграмма двигателя приведена ниже. Окружность диаметром Dк с центром О¢ является геометрическим местом концов вектора тока статора двигателя при различных скольжениях. Точка А0 определяет положение конца вектора тока I0 при синхронном холостом ходе, а https://www.bestreferat.ru/images/paper/19/33/9593319.png - при реальном холостом ходе двигателя. Отрезок https://www.bestreferat.ru/images/paper/20/33/9593320.png, https://www.bestreferat.ru/images/paper/21/33/9593321.png равен коэффициенту мощности при холостом ходе. Точка А3 определяет положение конца вектора тока статора при коротком замыкании (s=1), отрезок https://www.bestreferat.ru/images/paper/22/33/9593322.png - ток Iк.з. , а угол https://www.bestreferat.ru/images/paper/23/33/9593323.png - https://www.bestreferat.ru/images/paper/24/33/9593324.png. Точка А2 определяет положение конца вектора тока статора при https://www.bestreferat.ru/images/paper/25/33/9593325.png.

Промежуточные точки на дуге А0 А3 определяют положение концов вектора тока I1 при различных нагрузках в двигательном режиме https://www.bestreferat.ru/images/paper/26/33/9593326.png. Ось абсцисс диаграммы ОВ является линией первичной мощности Р1 . Линией электромагнитной мощности Рэм или электромагнитных моментов Мэм является линия А0 А2 . Линией полезной мощности на валу (вторичной мощности Р2 ) является линия А’ 0 А3 .

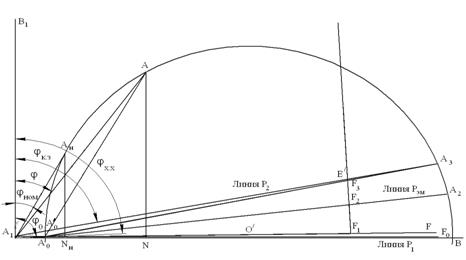


Рисунок 10.1. Круговая диаграмма

Заключение

В данном курсовом проекте был спроектирован асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором. В результате расчета были получены основные показатели для двигателя заданной мощности з и cosj, которые удовлетворяют предельно допустимым значением ГОСТа для серии двигателей 4А. Был произведен расчет и построение рабочих характеристик проектируемой машины.

Таким образом, по данным расчета данному двигателю можно дать следующее условное обозначение:

4А315М10У3,

где:

4 – порядковый номер серии;

А – род двигателя – асинхронный;

315 – высота оси вращения;

М – условная длина станины по МЭК;

10 – число полюсов;

У – климатическое исполнение для умеренного климата;

3 – категория размещения.

Номинальные данные спроектированного двигателя:

Р2н =110 кВт, U1н =220/380 В, I1н =216 А, cosjн =0,83, hн =0,93.

Список литературы

1. Проектирование электрических машин: Учеб. для вузов / П79

И.П. Копылов, Б.К. Клоков, В.П. Морозкин, Б.Ф. Токарев; Под ред. И.П. Копылова. – 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 2005. – 767 с.: ил.

2. Вольдек А.И., Попов В.В. Электрические машины. Машины переменного тока: Учебник для вузов. – СПб,: – Питер, 2007. –350 с.

3. Кацман М.М. Справочник по электрическим машинам: Учебное пособие для студентов образоват. учреждений сред. проф. образования/ Марк Михайлович Кацман. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 480 с.

Приложение А

(обязательное)

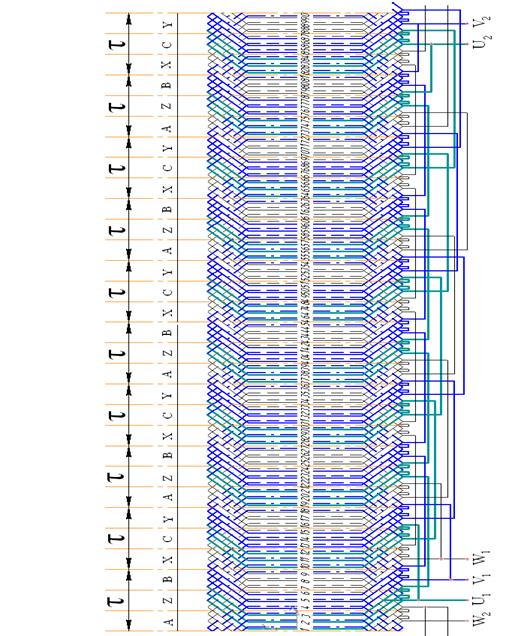


Рисунок 1. Схема двухслойной обмотки с укороченным шагом, https://www.bestreferat.ru/images/paper/29/33/9593329.png, https://www.bestreferat.ru/images/paper/30/33/9593330.png, https://www.bestreferat.ru/images/paper/31/33/9593331.png