ГОУ ВПО “Уральский федеральный университет

имени первого Президента РФ Б.Н.Ельцина”

Электротехнический факультет

Кафедра «Электрические машины»

Курсовая работа

по предмету "Электрические машины"

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Руководитель доцент |  |  |
|  |  |  |
| Студент гр. ЭM- 4  |  |  |

2011

В данной курсовой работе произведен по номинальным данным АД и результатам экспериментальных исследований

- расчет и нарисованы Т и Г образные схемы замещения с указанием конкретных значений параметров в Омах и относительных единицах;

- построена в масштабе векторная диаграмма АД при скольжении равном номинальному.

- рассчитаны рабочие характеристики АД в диапазоне от холостого хода до мощности на валу P2 превышающей номинальную мощность на (20-25)%

- по результатам расчетов построены рабочие характеристики P1, s, n, cosφ, η, I1, M=f(P2) и векторная диаграмма АД (в масштабе) при работе его в номинальном режиме

- рассчитаны зависимости Мэм=f(s) и In=f(s) в диапазоне скольжения от нуля до 1 без учета и с упрощенным учетом вытеснения тока в обмотке ротора и насыщения зубцовой зоны ротора при пуске

- по результатам расчетов построены обе зависимости Мэм=f(s) и In=f(s) в одних координатных осях и рассчитана перегрузочная способность АД, кратность пускового момента и пускового тока в том и другом случае.

Исходные данные для расчета

1. Номинальная мощность на валу двигателя P2ном  10кВт

2. Номинальное напряжение статора (фазное) Uфном 220В

3. Синхронная частота вращения ротора nc 3000об/мин

4. Номинальный КПД (предварительно) ηном 88%

5. Номинальный cosφ (предварительно) cosφном  0,72

6. Частота напряжения сети f1 50 Гц

7. Механические потери (в % от номинальной мощности) pмех%  0,65

8. Потери холостого хода (в % от номинальной мощности) P0%  5,7

9. Ток холостого хода (в % от номинального тока) I0%  29

10. Потери короткого замыкания (в % от ном. мощности) Pk%  11,2

11. Напряжение КЗ (в % от номинального) uk%  22,5

12. Активное сопротивление обмотки статора (о.е) R1 0,022

Расчет асинхронного двигателя

1. Номинальный ток в обмотке статора (А)

I1ном=23,913 А

2. Число пар полюсов

p=

3. Базисное сопротивление (Ом)

Zбаз== 9,2 Ом

4. Ток холостого хода (А)

I0= 6.934 А

5. Потери холостого хода (Вт)

P0=10P0%· P2ном=10·5,7·10=570 Вт

6. Потери короткого замыкания (Вт)

Pк=10Pк%· P2ном=10·11,2·10=1120 Вт

7. Напряжение короткого замыкания (В)

U1к= 49,5 В

8. Механические потери (Вт)

Pмех=10 pмех%· P2ном=10·0,65·10=65 Вт

9. Добавочные потери (Вт)

рдоб=5Р2ном=5·10=50 Вт

10. Активное сопротивление обмотки статора (Ом)

R1=R10·Zбаз=0,022·9,2=0,202 Ом

11.Электрические потери в обмотке статора на холостом ходу (Вт)

pэ10=3(Io2·R1)=3·(6.9342·0.202)=29.2 Вт

12. Потери в стали на холостом ходу – магнитные потери (Вт)

pмг=Ро-рэ10-рмех=570-29,2-65=475,8 Вт

13. Активное сопротивление контура намагничивания (Ом, о.е)

Rм=3,298 Ом

Rм\*=0,358

14. Сопротивление двигателя на холостом ходу

Zo=31.724 Ом

Zo \*=3.448

15. Индуктивное сопротивление холостого хода (Ом, о.е)

Xo==31.53 Ом

Xm=Xo- Xσ1=30.548 Ом

Xo\*==3.427

Xm\*==3.32

16. Сопротивление короткого замыкания (Ом, о.е)

Zk==2,07 Ом

Zk \*==0,225

17. Активная и индуктивная составляющие сопротивления короткого замыкания (Ом. о.е)

Rk ==0,653 Ом

 Rk\* ==0,071

Xk =1.964 Ом

Xk\* ==0.213

18. Индуктивные сопротивления рассеяния обмоток статора и ротора (Ом, о.е)

Xσ1= X’σ2= = 0.982 Ом

Xσ1\*== 0,107

X’σ2\*== 0,107

19. Приведенное активное сопротивление обмотки ротора (Ом. о.е)

R’2==0.479 Ом

R’2\*==0,052

20. Коэффициент с1, учитывающий падение напряжений в обмотке статора

с1== 1,032

21. Критическое скольжение

Sk==0,246

По данным расчетов чертим Т и Г- образную схему замещения асинхронного двигателя с указанием на них реальных значений в о.е и Омах

Расчет рабочих характеристик асинхронного двигателя

Критическое скольжение

Sk==0,246

Исходя из значения критического скольжения примерно оцениваем диапазон изменения скольжения при расчете рабочих характеристик

Рассчитываем ток холостого хода и угол потерь





Для каждого скольжения при равномерном делении диапазона изменения скольжения рассчитываем параметры и данные заносим в таблицу

Для каждого скольжения в выбранном диапазоне рассчитываем:

1. Приведенный ток ротора и его фазовый сдвиг от напряжения





2. Ток в обмотке статора



3. Электромагнитный момент



4. Суммарные потери при любом режиме работы



5. Мощность на валу двигателя



6. Первичная мощность двигателя



7. Коэффициент полезного действия





8. Коэффициент мощности двигателя



9. Частота вращения ротора



10. Механическая мощность



Остальные данные аналогичных расчетов сводим в таблицу

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| М, Нм | Ψ | I’2,А | I1, А | PΣ,кВт | P1,кВт | КПД | n, об/мин | cosφ | P2, кВт | Pмех, кВт |
| 2,985 | 0.013 | 1.422 | 8.351 | 0.707 | 1.57 | 0.55 | 2990 | 0.285 | 0,863 | 0.147 |
| 5,767 | 0.025 | 2.751 | 9.679 | 0.753 | 2.48 | 0.696 | 2981 | 0.388 | 1,726 | 0.235 |
| 8,53 | 0.038 | 4.076 | 11.004 | 0.807 | 3.385 | 0.762 | 2972 | 0.466 | 2,578 | 0.322 |
| 11,272 | 0.05 | 5.396 | 12.325 | 0.868 | 4.285 | 0.798 | 2963 | 0.527 | 3,418 | 0.41 |
| 13,991 | 0.062 | 6.71 | 13.641 | 0.934 | 5.179 | 0.82 | 2954 | 0.575 | 4,245 | 0.498 |
| 16,685 | 0.074 | 8.018 | 14.951 | 1.008 | 6.067 | 0.834 | 2945 | 0.615 | 5,059 | 0.585 |
| 19,351 | 0.086 | 9.32 | 16.254 | 1.087 | 6.947 | 0.843 | 2936 | 0.648 | 5,859 | 0.673 |
| 21,989 | 0.098 | 10.614 | 17.549 | 1.173 | 7.819 | 0.85 | 2927 | 0.675 | 6,646 | 0.76 |
| 24,595 | 0.11 | 11.901 | 18.836 | 1.265 | 8.682 | 0.854 | 2918 | 0.698 | 7,417 | 0.847 |
| 27,169 | 0.122 | 13.18 | 20.115 | 1.362 | 9.536 | 0.857 | 2909 | 0.718 | 8,173 | 0.934 |
| 29,708 | 0.133 | 14.451 | 21.385 | 1.466 | 10.379 | 0.859 | 2900 | 0.735 | 8,914 | 1.021 |
| 32,212 | 0.145 | 15.712 | 22.644 | 1.574 | 11.213 | 0.86 | 2891 | 0.75 | 9,638 | 1.108 |
| 34,677 | 0.157 | 16.965 | 23.894 | 1.688 | 12.035 | 0.86 | 2882 | 0.763 | 10,347 | 1.195 |
| 37,104 | 0.168 | 18.207 | 25.134 | 1.807 | 12.846 | 0.859 | 2873 | 0.774 | 11,039 | 1.282 |
| 39,49 | 0.18 | 19.44 | 26.363 | 1.931 | 13.645 | 0.858 | 2864 | 0.784 | 11,714 | 1.368 |
| 41,935 | 0.191 | 20.662 | 27.58 | 2.06 | 14.431 | 0.857 | 2855 | 0.793 | 12,371 | 1.455 |
| 44,137 | 0.203 | 21.874 | 28.786 | 2,193 | 15,205 | 0.856 | 2846 | 0.8 | 13,012 | 1.541 |

Теперь мы можем построить необходимые графики, строим графики в программе MathCad

3. Построение механической характеристики

Механическую характеристику просчитываем исходя из изменения скольжения от нуля до единицы. Для каждого скольжения при равномерном делении диапазона изменения скольжения рассчитываем параметры и данные заносим в таблицу

1. Рассчитываем момент без учета вытеснения тока и насыщения зубцовой зоны



2. Рассчитываем момент с учетом вытеснения тока и насыщения зубцовой зоны. Для этого согласно рекомендаций сначала определяем коэффициенты Er и Ex





Затем считаем момент



Аналогичные данные расчетов моментов и коэффициентов заносим в таблицу

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| M(s) | M1(s) | Er(s) | Ex(s) |
| 4,656 | 4,408 | 1,057 | 1,014 |
| 8.896 | 8.256 | 1.078 | 1,02 |
| 11.181 | 10.289 | 1.088 | 1.022 |
| 19.351 | 17.391 | 1.116 | 1.029 |
| 26.486 | 23.438 | 1.137 | 1.034 |
| 38.143 | 33.132 | 1.167 | 1.042 |
| 47.36 | 40.728 | 1.188 | 1.047 |
| 58.067 | 49.59 | 1.213 | 1.053 |
| 66.66 | 56.835 | 1.233 | 1.058 |
| 79.396 | 68.075 | 1.264 | 1.066 |
| 86.294 | 74.643 | 1.284 | 1.071 |
| 92.839 | 81.491 | 1.306 | 1.076 |
| 98.455 | 88.341 | 1,33 | 1.082 |
| 104.689 | 102.525 | 1.398 | 1.099 |
| 97.63 | 109.971 | 1.484 | 1.121 |
| 86.45 | 109.514 | 1.555 | 1.139 |
| 77.601 | 106.805 | 1.608 | 1.152 |
| 73.652 | 105.128 | 1.632 | 1.158 |
| 65.009 | 100.569 | 1.689 | 1.172 |
| 57.01 | 95.309 | 1.749 | 1.187 |
| 51.338 | 90.972 | 1.798 | 1,2 |
| 50.936 | 90.645 | 1.802 | 1,2 |

3. Теперь мы можем построить механическую характеристику асинхронного двигателя, строим график в программе MathCad

4. Номинальное скольжение определяем по графику s=f(P2)

Для нашего двигателя оно составляет 0,038, исходя из этого значения можем продолжить наши расчеты

5. Определяем максимальное скольжении

Максимальное скольжения будет соответствовать критическому и составлять 0,246

6. Определяем максимальный момент



7. Определяем пусковой момент

 8. Определяем номинальный момент



9. Определяем пусковой ток с учетом вытеснения тока в обмотке ротора и насыщения зубцовой зоны







10. Определяем пусковой ток без учета вытеснения тока в обмотке ротора и насыщения зубцовой зоны







11. Рассчитываем кратность пускового тока в без учета и с учетом вытеснения тока в обмотке ротора и насыщения зубцовой зоны ротора при пуске

С учетом



Без учета



12. Рассчитываем кратность пускового момента



13. Рассчитываем кратность максимального момента

