

Для рассматриваемого случая значение напряженности поля, при котором истечение запирается в электрическом поле постоянного тока, равно $0,6 \cdot 10^6$ В/м, что соответствует напряжению 1,6 кВ. Значение напряжения, полученное экспериментально, составляет 1,05 кВ.

Расходная характеристика для триодного питателя в виде зависимости секундного расхода материала от приложенного к электродам напряжения представлена кривой (рис.). Характер этой зависимости указывает на возможность регулирования расхода в режиме микрорасходов со средней чувствительностью по сравнению со случаями постоянного и переменного тока. При этом по сравнению со случаем переменного тока рабочие напряжения оказываются на 20...30% ниже, что позволяет существенно снизить вероятность пробоя и энергоемкость в режиме микрорасходов. Таким образом, представленные результаты свидетельствуют о том, что использование комбинированного электрического поля является приемлемым средством для решения проблемы микрорасходов в технологии сыпучих материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цатурян А.И. К теории гравитационного истечения сыпучих материалов в электрическом поле // Электричество. - 1985. - №10. - С. 40-45.
2. Цатурян А.И. О механизме гравитационного истечения сыпучих материалов в электрическом поле // Электричество. - 1981. - №6. - С. 50-52.
3. Зенков Р.Л., Гриневич Г.П., Исаев В.С. Бункерные устройства. - М.: Машиностроение, 1977. - 223 с.

ГИУА

16.12.1996

Изв. НАН и ГИУ Армении (сер. ГН), т. 11, № 1, 1998, с. 58 - 62.

УДК 621.313.322

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Р.Е. АКОПЯН, М.В. БАЙБУРТЯН, Ж.Т. ОГАНЕСЯН

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЧИСЛА ПАР ПОЛЮСОВ НА МОМЕНТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОРОТКОЗАМКНУТЫХ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С НЕСИММЕТРИЧНЫМ РОТОРОМ

Անիվառայաժի, կարճ սիւսցված սոտորով աւիներուն շարժիչների մոմենտների բնութագրերի համաձայնագրան քրակարան վերլուծությունն հիման վրա Առաջին անգամ որոշվել է գոյգ բոլով բեռնների ազդեցությունը նշված բնութագրերի Անալիսիստման առախճանի վրա՝ ոտորի հաղորդաշրջանների էլեկտրական լսայի և փառույթի էլեկտրական համաչափությունն սարքեր խախտումների լեուքում: Ստացված երաշխավորությունները կարող են կիրառվել աճիսլ շարժիչների բնութագրերի հաշվարկներում և կարգավորվող էլեկտրաբանեցումներում՝ նրանց աշխատանքի առիմանները որոշելու համար:

На основе сравнительного качественного анализа моментных характеристик асинхронных двигателей с несимметричным короткозамкнутым

ротором определено влияние числа пар полюсов на степень деформации этих зависимостей с учетом электрической связи контуров ротора при различных случаях нарушения его электрической симметрии. Полученные рекомендации могут быть применены при расчетах характеристик и определении диапазона работы данных двигателей в регулируемых электроприводах.

Ил. 3. Библиогр.: 5 назв.

The influence of pair pole number on the deformation extent of the dependences taking into account the electric coupling of the rotor circuits was determined for the first time on the basis of a comparative qualitative analysis of asynchronous motor moment characteristics with nonsymmetric short circuit rotor having a different pair pole number when different cases of rotor electric symmetry distortion are observed. Recommendations obtained can be used in characteristics calculations and determination of work range for the given motors in controllable electric drivers.

Ил. 3. Ref 5.

Широкое применение в технологии изготовления короткозамкнутой обмотки ротора асинхронных двигателей путем заливки часто приводит вследствие возникающих при этом дефектов (воздушные раковины, недолив стержней) к нарушению электрической симметрии обмотки ротора. Для определения надежности работы указанных двигателей необходимо выявить степень деформации их моментных характеристик в зависимости от различных видов электрической несимметрии ротора.

Проведенные в [1, 2, 4] исследования режимов работы и методика расчета моментных характеристик асинхронных двигателей с несимметричным короткозамкнутым ротором позволят провести качественный анализ моментных характеристик этих двигателей при различных случаях несимметрии обмотки ротора, с учетом влияния электрической связи контуров ротора [3].

С целью определения влияния числа полюсов на степень искажения моментных характеристик без учета электрической связи контуров несимметричного ротора из аналитических выражений для коэффициентов несимметрии γ''_2 и γ'_1 [1,2] получим следующие формулы

$$\gamma''_2 = \frac{1}{m_2} \left(\frac{-\sin(m+1)\gamma}{\sin\gamma} + q_0^2 \frac{d-2\cos\gamma}{a-2\cos\gamma} \right) \quad (1)$$

$$\gamma'_1 = \frac{1}{m_2} \left(m_2 - (m+1) + q_0^2 \frac{d-2\cos\gamma}{a-2\cos\gamma} \right) \quad (2)$$

где m_2 - число стержней короткозамкнутой обмотки; m - число оборванных стержней; γ - угол между осью контура и осью начала отсчета; $q_0 = [\sin(m+1)\gamma/2] / (\sin\gamma/2)$; d - отношение комплексного сопротивления неповрежденного контура к комплексному сопротивлению стержня; a - то же, для поврежденного контура.

Анализ формулы (1) показывает, что при примерно одинаковом количестве стержней на пару полюсов короткозамкнутого двигателя коэффициент γ''_2 будет тем меньше, чем больше стержней

короткозамкнутой обмотки Π_1 , или, другими словами, чем больше число полюсов асинхронного двигателя $2P$, что приводит с учетом уменьшения тока статора обратной последовательности I_2^- к уменьшению "провалов" в кривой суммарного момента, вызванных обрывом части стержней обмотки ротора [1].

Из анализа формулы (2) видно, что, хотя при увеличении числа полюсов двигателя и происходит увеличение γ'_1 , но оно незначительно и не ведет к существенному снижению пускового, номинального и максимального моментов относительно таковых при симметричном роторе.

Следовательно, в первом приближении можно полагать, что γ'_1 как бы ответственен за "провал" момента.

Расчеты механических характеристик были проведены при различном числе оборванных стержней на пару полюсов для двухполюсного и четырехполюсного двигателей (кривые на рис. 1 и 2). На этих рисунках пунктиром показаны механические характеристики, рассчитанные без учета электрической связи контуров ротора, сплошной линией - характеристики, рассчитанные с учетом электрической связи. Кроме того, под номером 1 на рис. 1 и 2 приведены для сравнения механические характеристики двигателя при симметричном роторе.

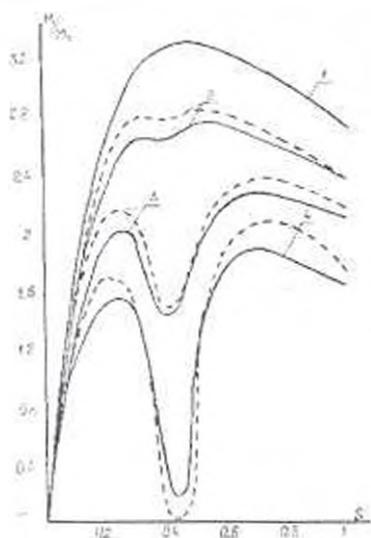


Рис. 1. Кривые моментов короткозамкнутого асинхронного двухполюсного двигателя при различной несимметрии обмотки ротора:

1 - симметричный ротор; 2, 4 - несимметричный ротор, где на пару полюсов оборвано соответственно 2 - 14%, 3 - 23%, 4 - 32% стержней обмотки ротора; M_0 - момент при номинальном скольжении

Из сравнения кривых моментов двухполюсного двигателя (рис. 1) с кривыми моментов четырехполюсного двигателя (рис. 2) следует, что при обрыве 23% стержней обмотки ротора двухполюсного двигателя M_n составляет 77% от пускового момента при симметричном роторе этого двигателя (рис. 1, кривая 3), а

минимальный момент в районе полусинхронной скорости снижается относительно пускового на 30%. В то же время, при таком же проценте оборванных стержней на пару полюсов четырехполюсного двигателя (рис. 2, кривая 3), хотя и имеет место "провал" момента в районе полусинхронной скорости, величина момента в самой низкой точке "провала" даже несколько выше пускового момента двигателя, который уменьшается так же, как и в двухполюсном двигателе, с таким же процентом оборванных стержней на пару полюсов, а именно, на 23%.

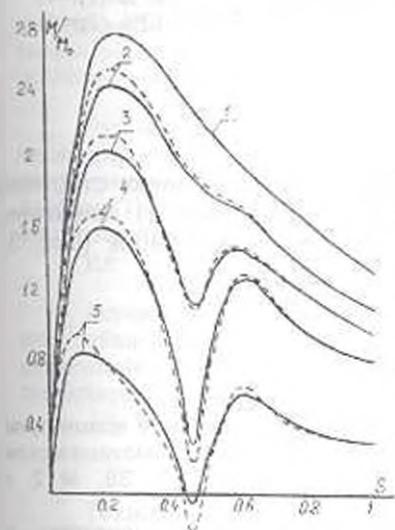


Рис. 2. Кривые моментов короткозамкнутого асинхронного четырехполюсного двигателя при различной несимметрии обмотки ротора.

1 - симметричный ротор; 2...5 несимметричный ротор, где на пару полюсов оборвано соответственно 2 - 13%, 3 - 22%, 4 - 30%, 5 - 48% стержней обмотки ротора; M_0 - момент при номинальном скольжении

На основании полученных моментных характеристик двухполюсного и четырехполюсного двигателей с различным числом оборванных подряд стержней обмотки ротора построены кривые ошибок в моментах при неучете электрической связи контуров несимметричного ротора (рис. 3) для области скольжений, в которой величина "добавочных" токов значительна. Анализируя эти кривые, приходим к выводу, что при увеличении числа пар полюсов двигателя ошибки в моментах от неучета электрической связи контуров несимметричного ротора снижаются, по сравнению с ошибками в двухполюсных двигателях, с тем же процентом оборванных стержней на пару полюсов.

В связи с этим можно считать, что выводы, сделанные на основании формул (1) и (2), в которых не учитываются электрические связи контуров ротора, верны. Действительно, даже при самом неблагоприятном количестве полюсов двигателя ($2p=2$) и в случае нарушения симметрии обмотки ротора ошибка от неучета

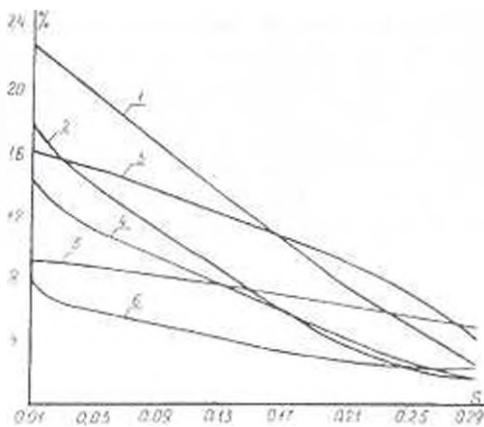


Рис. 3. Процент ошибки от неучета электрической связи контуров обмотки несимметричного ротора: на пару полюсов оборвано соответственно

1 - 32% (2р=2), 2 - 30% (2р=4),
3 - 23% (2р=2), 4 - 22% (2р=4),
5 - 14% (2р=2), 6 - 13% (2р=4)
стержней

электрической связи контуров, даже при 32% оборванных стержней его ротора, составляет не более 23% (рис. 3, кривая 1) при очень малом скольжении $S=0,01$. Таким образом, кривые ошибок (рис. 3) подтверждают сделанные выше выводы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Измени Т.М., Пантелеев А.М., Аюлян Р.Е. Анализ влияния асимметрии короткозамкнутого ротора асинхронного двигателя на его механические характеристики // Изв. АН АрмССР, Сер. ТН. - 1986. - Т. 39, № 2. - С. 15-20
2. Жакевичус С.Г. Исследование асинхронного электродвигателя с асимметрией в беличьей клетке ротора. Автореф канд. дисс. - 1969.
3. Пантелеев А.М. Моменты и токи асинхронного двигателя при несимметрии короткозамкнутого ротора: Дис. ... канд. техн. наук / ЕрПИ. - Ереван, 1987.
4. Оганесян Ж.Т. Оценка качества и разработка устройства для диагностирования короткозамкнутых роторов асинхронных двигателей малой мощности: Дис. ... канд. техн. наук / ЕрПИ. - Ереван, 1993.
5. Костенко М.П., Пиотровский Л.М. Электрические машины: Ч.II. - М. Энергоиздат, 1965. - 648 с.

ГИУА

30.01.1997