

Реферат

Выпускная квалификационная работа 114 стр., 18 рисунков, 15 таблиц, 17 источников, 7 л. графического материала.

Ключевые слова: асинхронный, ротор, пусковая характеристика, рабочая характеристика.

Объектом проектирования является асинхронный двигатель, предназначенный для привода центробежного насоса.

В процессе работы спроектирован асинхронный двигатель, а именно: рассчитаны главные размеры, обмотка статора, ротор, магнитные цепи, потери, рассчитаны рабочие и пусковые характеристики, произведен механический расчет вала и тепловой расчет двигателя. Также разработан технологический процесс общей сборки двигателя, рассчитана смета затрат на проект, оценена социальная ответственность проекта.

Выпускная квалификационная работа выполнена в текстовом редакторе MicrosoftWord2010, чертежи выполнены в графических редакторах AutoCAD и Kompas-3DV14.

Введение

Асинхронные машины – самые распространённые электрические машины. В большинстве случаев применяются как электродвигатели, они являются основными преобразователями электрической энергии в механическую. Применение асинхронных двигателей в качестве электропривода подавляющего большинства механизмов объясняется простотой конструкции, высокими значениями КПД и надёжностью этих машин.

Проектирование асинхронных двигателей является актуальной темой современной промышленности. В связи, с чем перед работниками конструкторских бюро стоит задача разработки электродвигателей, которые должны отвечать высоким параметрам качества, надёжности, сбережения электроэнергии.

В настоящее время прогрессивная промышленность часто идёт на производство комбинированных электрических машин, которые могут сочетать в себе различные функциональные возможности. Это приводит к улучшению целого ряда показателей работы агрегата в целом.

В данной выпускной квалификационной работе проектируются асинхронный двигатель для привода центробежного насоса.

Проектируемые двигатели предназначены для привода центробежного насоса. Особенности проектируемого двигателя: сварная конструкция короткозамкнутой обмотки ротора, выполненной из алюминия, отсутствие системы обдува.

На сегодняшний день широкое распространение получила обмотка в виде беличьей клетки, которая изготавливается путем заливки алюминия пазов ротора. Изготовление такой обмотки дешевое и простое, из-за уменьшения веса ротора получается большая экономия при массовом производстве двигателей. Конструкция ротора при таком исполнении обмотки получается очень компактной и простой.

Естественная система охлаждения двигателей предполагает отсутствие вентилятора, что позволяет сэкономить на материалах и уменьшить вес двигателя в целом.

4 Специальная часть

Повышение надежности асинхронного двигателя

Трехфазные АД являются наиболее массовой продукцией электромашиностроения. Это объясняется простотой конструкции и высокой надежностью при условии правильной эксплуатации. Отметим, что асинхронные электроприводы составляют 95% общего количества электроприводов, а асинхронные двигатели потребляют около 40% производимой в нашей стране электроэнергии. Поэтому проблемы сохранения, обеспечения, повышения и прогнозирования надежности, эффективный контроль и анализ показателей качества этих двигателей в процессе производства и после их изготовления, своевременная диагностика причин разладки технологического процесса и основанное на этих результатах управление качеством изготовления электродвигателей являются актуальными задачами.

Надежность технического устройства – это способность выполнять свои функции в течение заданного промежутка времени. Нарботка на отказ, которая измеряется числом часов работы до первого отказа, является одним из важных показателей надежности. Чем больше число часов работы, тем надежнее изделие.

Для определения характера и причин отказов электродвигателей за последние годы проводится систематический сбор и изучение материалов эксплуатации значительного количества асинхронных двигателей. На основе этих данных, оказалось, что в подавляющем большинстве случаев (85-95%) отказы происходят из-за повреждения обмотки статора, которые распределяются следующим образом: межвитковые замыкания – 93%, пробой межфазной изоляции – 5%, пробой пазовой изоляции – 2%, а 5-8% электродвигателей отказывают из-за повреждения подшипникового узла.

Так как большинство отказов асинхронных двигателей связано с неисправностями обмотки статора, основное внимание должно быть обращено на повышение качества обмоточных работ. Однако имеется и другие слабые звенья дающие заметный процент брака и существенно снижающие показатели надежности. Одним из таких звеньев является подшипниковый узел. Следует упомянуть также о случаях небрежной укладки в пакеты и слабой прессовки активной стали, значительной неравномерности воздушного зазора и некачественной балансировки ротора.

Одним из способов повышения качества и надежности асинхронных двигателей является повышение качества проектирования. Для этого могут

применяться различные методы оценки показателей надежности, позволяющие на стадии разработки определить возможность выполнения требуемых уровней показателей надежности, обосновать структурную схему изделия, определить необходимые уровни показателей надежности для комплектующих изделий, агрегатов, узлов, элементов, деталей.

Самым простым методом для проведения расчетов показателей безотказности является метод структурных схем, заключающийся в том, что реальное изделие отображается в виде структурной схемы событий безотказной работы составных частей. Разработка структурной схемы изделия производится при соблюдении следующих принципов:

А) Изделие подразделяется на несколько составных частей, которые выполняют некоторые функции, при этом каждая составная часть формирует выходные параметры при условии правильного поступления к ней входных параметров и сигналов;

Б) При выполнении заданной функций, все составные части должны быть связаны друг с другом;

В) Все составные части рассматриваются как одноотказные, то есть отказ каждой составной части приводит к отказу изделия;

Г) Изделие представляется в виде структурной схемы, которая состоит из параллельных и последовательных соединений составных частей. Отказ каждой составной части является независимым событием;

Д) В схеме не должно быть события, являющегося отрицанием другого.

С точки зрения надежности обмотка статора и подшипниковый узел представляют собой систему, все элементы которой соединены логически последовательно и не имеют резервирования.

Поэтому, используем теорему умножения вероятностей для независимых событий и получаем следующую формулу для определения вероятности безотказной работы АД при последовательном соединении составных частей:

$$P = \prod_{i=1}^N P_i$$

Где P_i - вероятность безотказной работы i -й составной части; N – количество составных частей.

Так же одним из методов повышения надежности является защита двигателя от перегрузки.

Тепловая защита – осуществляется путем нагрева током обмотки нагревательного элемента и воздействия его на биметаллическую пластину, которая в свою очередь размыкает контакт в цепи управления контактора или пускателя. Тепловая защита осуществляется с помощью тепловых реле.

При увеличении температуры самых нагретых частей двигателя реагирует температурная защита с помощью встроенных температурных датчиков (например, позисторов). Через устройства температурной защиты (УВТЗ) воздействует на цепь управления контактора или пускателя и отключает двигатель.

На рост тока в статорной обмотке реагирует максимально токовая защита. При достижении тока уставки отключается цепь управления пускателя или контактора. Осуществляется с помощью максимально токовых реле.

На исчезновение тока в статорной обмотке двигателя, к примеру при обрыве цепи реагирует минимально токовая защита. После чего, подается сигнал для того чтобы отключить цепи управления пускателя или контактора. Осуществляется с помощью минимально токовых реле.

На изменение угла сдвига фаз между токами в трехфазной цепи обмотки статора двигателя реагирует фазочувствительная защита. При изменении угла сдвига фаз в пределах уставки (например, при обрыве фаз угол увеличивается до 180°) подается сигнал для того чтобы отключить цепь управления пускателя или контактора. Осуществляется с помощью фазочувствительных реле типа ФУЗ.

Таблица 4.1 Эффективности применения защит от перегрузки:

№	Тип защиты от перегрузки	Надежность защиты		
		надежно	менее надежно	не надежно
1	Тепловая защита	ТП	ОФ; ЗР	НО; ПС
2	Температурная защита	ТП; НО	ОФ; ЗР	ПС
3	Максимально токовая защита	ЗР	ТП	ОФ; НО; ПС
4	Минимально токовая защита	ОФ	—	НО; ПС; ТП; ЗР
5	Фазочувствительная защита	ТП; ОФ; ЗР	—	НО; ПС

- обрыв фазы **ОФ** статорной обмотки двигателя;
- заторможение ротора **ЗР**;
- технологические перегрузки **ТП**;
- понижение сопротивления изоляции обмотки **ПС**;
- нарушение охлаждения двигателя **НО**

Расчет уставок защиты от симметричных перегрузок.

Защита электродвигателя от симметричных перегрузок выполняется трёхступенчатой в соответствии с рисунком 4.1. Защита работает по максимальному фазному току. Каждая ступень может быть введена и выведена независимо от других.

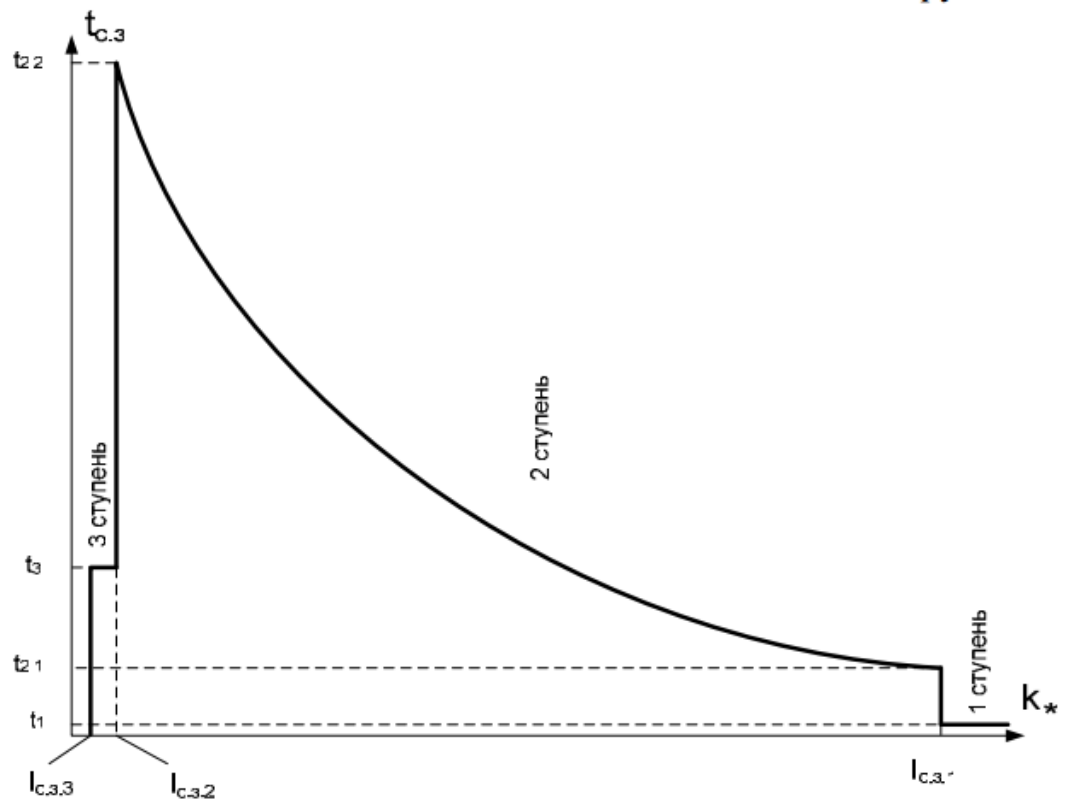


Рисунок 4.1 Характеристика защиты от симметричных перегрузок электродвигателя

Основной характеристикой является вторая ступень, она является защитой от любых перегрузок и должна соответствовать перегрузочной характеристике двигателя. Первая ступень предназначена для быстрого отключения двигателя в случае блокировки ротора, а также выполняет функцию ближнего резервирования при отказе максимальной токовой отсечки. Третья ступень действует на сигнализацию при малой кратности перегрузки за заранее заданный отрезок времени. Первая ступень защиты выполняется с независимой характеристикой и работает с выдержкой времени и действием на отключение электродвигателя. Ток срабатывания защиты отстраивается от пускового тока электродвигателя и определяется по формуле:

$$I_{c.з.1} = \frac{1,2 \cdot I_n}{k_v} \cdot I_{ном} = \frac{1,2 \cdot 4,57}{0,95} \cdot 5,94 = 34,3 А,$$

где пуск I_n - кратность пускового тока электродвигателя;
 $k_v=0,95$ - коэффициент возврата.

Время срабатывания первой ступени защиты принимают $t_{c.з.1}=0,1с$. Это время позволяет выполнить отстройку срабатывания первой ступени от броска пускового тока электродвигателя.

Вторая ступень защиты выполняется с инверсной характеристикой и работает с действием на отключение электродвигателя.

Ток срабатывания второй ступени определяется по формуле:

$$I_{c.32} = \frac{1,08}{k_g} \cdot I_{ном} = \frac{1,08}{0,95} \cdot 5,94 = 6,75 A,$$

$K_B=0,95$ - коэффициент возврата.

В дальнейших расчетах можно использовать минимально допустимую постоянную времени охлаждения статора. Серийные двигатели общего назначения отечественного производства изготавливаются в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52776-2007 (введен 01.01.2008), согласно которым: - трехфазные двигатели переменного тока мощностью не менее 0,55 кВт с косвенным охлаждением обмоток статора должны выдерживать ток, равный 1,5 номинального тока, в течение 2 мин. Серийные двигатели общего назначения отечественного производства изготовленные ранее 01.07.2010 могут быть изготовлены по ГОСТ 183-74. Двигатели, изготовленные по ГОСТ 183-74, также должны соответствовать приведенному выше требованию.

Исходя из указанных требований, можно рассчитать минимально допустимую постоянную времени охлаждения статора

$$A = t_{дон} \cdot (k_i^2 - 1) = 120 \cdot (1,5^2 - 1) = 150 c,$$

где A – тепловая постоянная времени охлаждения статорной обмотки, определяемая конструкцией электродвигателя.

$t_{дон}$ - допустимое время работы при кратности тока k_i .

Третья ступень защиты выполняется с независимой характеристикой и работает с действием на сигнализацию. Предназначена для применения на объектах с дежурным персоналом. Ток срабатывания третьей ступени определяется по формуле:

$$I_{c.33} = \frac{k_{отс}}{k_g} \cdot I_{ном} = \frac{1,05}{0,95} \cdot 5,94 = 6,56 A,$$

$k_{отс}=1,05$ - коэффициент отстройки защиты от симметричных перегрузок;

$k_B=0,95$ - коэффициент возврата.

Если двигатель не подвержен технологическим перегрузкам – время срабатывания защиты выбирается из диапазона 10÷20 с (больше, чем время пуска электродвигателя). Если двигатель подвержен перегрузкам, время выбирается большим, чем допустимое время технологической перегрузки, как правило, 10÷1800 с (также отстраивается от времени пуска электродвигателя).

В данной части выпускной квалификационной работы были рассмотрены виды отказов и способы повышения надежности асинхронных двигателей. Так же произвели расчет уставок защиты от симметричных перегрузок.

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе был спроектирован асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором для привода центробежного насоса, со следующими параметрами: мощность $P_{2н}=3$ кВт, число полюсов $2p = 2$, частота вращения $n = 3000$ об/мин, напряжение $U_n = 220/380$ В.

В электромагнитном расчете выбрали главные размеры, определили параметры двигателя, потери и КПД, массу активных материалов, а также рассчитали рабочие и пусковые характеристики, кратность максимального момента и пускового тока, которое удовлетворяет требованиям, предъявляемым к двигателю. Для упрощения укладки обмотки в пазы статора принята трехфазная однослойная всеполюсная обмотка, так как двигатель обладает небольшой мощностью. Число пазов статора принято стандартному и равно $Z_1=24$, т.е. обмотка имеет целое число пазов на полюс и фазу ($q=4$). Обмотка ротора выполнена короткозамкнутой из алюминия.

В тепловом расчете получили, что у двигателя имеется температурный запас по температуре нагрева обмотки статора (для класса изоляции В).

В механическом расчете получили, что вал имеет огромные запасы по критической частоте вращения и напряжения в опасных сечениях.

В специальной части рассмотрели причины отказов асинхронных двигателей. Повышение надежности за счет повышения качества проектирования, так же произвели расчет уставок защиты от симметричных перегрузок.

В технологической части данной работы разработали технологический процесс общей сборки спроектированного асинхронного двигателя. Выбрали сборочное оборудование и оснастки. Для выполнения требуемой программы выпуска определили нормы времени и необходимое количество оборудования, а также составили схему общей сборки асинхронного двигателя и маршрутные карты.

В экономической части работы рассчитана смета затрат на проект. Сформирован план и график разработки проекта, произведена оценка технического уровня.

В разделе «Социальная ответственность» проведен анализ опасных и вредных факторов, возникающих в процессе обработки подшипникового щита. Освещены вопросы техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности. Проведен расчет освещения для участка обработки подшипникового щита.

В целом спроектированный асинхронный двигатель удовлетворяет требованиям, определенным заданием.