

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В АСИНХРОННОМ ДВИГАТЕЛЕ

Митрофанов С.В., Веремеев А.А.

**федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования**

«Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

На сегодняшний день, за долгий срок в истории развития теории электрических машин, а именно асинхронных двигателей, остаются открытыми многие вопросы, которые касаются неустановившихся режимов работы асинхронных двигателей. На практике эксплуатирующих электроэнергетических предприятий и практика электроизготавливающих заводов зачастую дает результаты существенного расхождения даже простейших расчетов установившихся режимов. Самое сильное проявление таких расхождений присутствует в крупных асинхронных двигателях с нетрадиционной геометрией активного объема и значительными электромагнитными нагрузками. Предприятия для расчета неустановившихся режимов используют методики, которые, как правило опираются на математические модели, включающие в себя ряд допущений, сложившихся с течением времени в системе электромеханики, которая в своем подходе базируется на переходе к эквивалентной двухфазной системе с сосредоточенными параметрами, а нередко и к однофазной эквивалентной схеме замещения [1]. При определении параметров в таких моделях прибегают к использованию полуэмпирических зависимостей, и стоит отметить, что чем более неординарным или сильной по нагрузке будет являться активный объем, тем более будет наблюдаться расхождение неопределенность параметров в таких моделях.

Практика свидетельствует, что достоверность оценки характеристик измерительного комплекса в процессе испытаний зависят в большой степени от погрешности определения фактических значений его характеристик. Поэтому немаловажную роль играет точность измерений. Она определяется точностью измерительных систем. В современных условиях точность приборов, применяемых в испытательном стенде должна быть не ниже класса точности 0,2. Тогда достоверность измеряемых величин не будет вызывать сомнений. Испытательный стенд может быть применен для оценки адекватности разрабатываемых для асинхронных двигателей математических моделей [3].

При большом числе публикаций по переходным процессам в асинхронном двигателе в современной периодике, можно говорить о возрастающем интересе к изучению этого вопроса. Совершенствуются старые методы и разрабатываются новые, которые позволят на заводах изготовителя и конструкторских бюро, уже на этапе проектирование и изготовления определить параметры двигателя при его различных режимах работы, а также будет предоставлена возможность оценки других ключевых параметров: максимальные токи, электромагнитные моменты, магнитные поля и их зависимость от геометрии и конструктивных особенностях электрической машины. Для решения таких задач используются конечно-

элементные расчеты, но они очень объемны по вычислениям. Сегодня, это уже не является острой проблемой, при современном уровне вычислительной техники и программных обеспечениях. Такие расчёты возможно проводить с минимальными допущениями и при минимальном количестве экспериментальных данных. К наиболее известным и востребованным программным обеспечениям в этой среде можно отнести ANSYS и Ansoft Maxwell, который является программным продуктом для расчета электрических машин методом конечных элементов [4].

На основании этого решено проведение экспериментального исследования реализовать в программной среде Ansoft Maxwell на основе дифференциальных уравнений, полученных в [5].

Ansoft Maxwell – это ведущее программное обеспечение для моделирования электромагнитных полей, используемое для проектирования и исследования двумерных и трехмерных моделей, типа двигателей, датчиков, трансформаторов и других электрических и электромеханических устройств различного применения. Maxwell базируется на методе конечных элементов (Finite Element Method - FEM) и точно рассчитывает статические, гармонические электромагнитные и электрические поля, а также переходные процессы в полевых задачах

В приведенном ниже примере реализован расчёт рассматриваемой электрической машины на основании классической аналитической теории электрических машин, а также метода эквивалентной магнитной цепи. При этом учитываются такие эффекты, как нелинейность электротехнической стали, несинусоидальность магнитного потока в зазоре, вытеснение тока в массивных проводниках [5, 6].

Рассматриваемая модель электрической машины АИР100S4 обладает следующими характеристиками:

Таблица 1 – Технические характеристики АД АИР100S4

Электр одвига тель	Мощн ость	Об/мин. *	Ток при 380В , А*	КПД, %*	Коэф. мощн. *	Ip/ In	Mп/ Mн	Mmax/ Mн	Момент инерции, кгм2*	Масса , кг*
АИР 100S4	3 кВт	1410	7,3	82	0,82	7	2,0	2,2	0,0100	34

Таблица 2 – Габаритно-присоединительные размеры двигателей исполнений IM1081, 2081, 3081.

Тип	l ₃₀ *	h ₃₁ *	d ₂₄	l ₁	l ₁₀	l ₃₁	d ₁	d ₁₀	d ₂₀	d ₂₂	d ₂₅	b ₁₀	n	h	l ₂₁ *	l ₂₀ *	h ₁₀ *	h ₅	b ₁
АИР 100S2	376	227	250	60	112	63	28	12	215	14	180	160	4	100	14	4	12	31	8

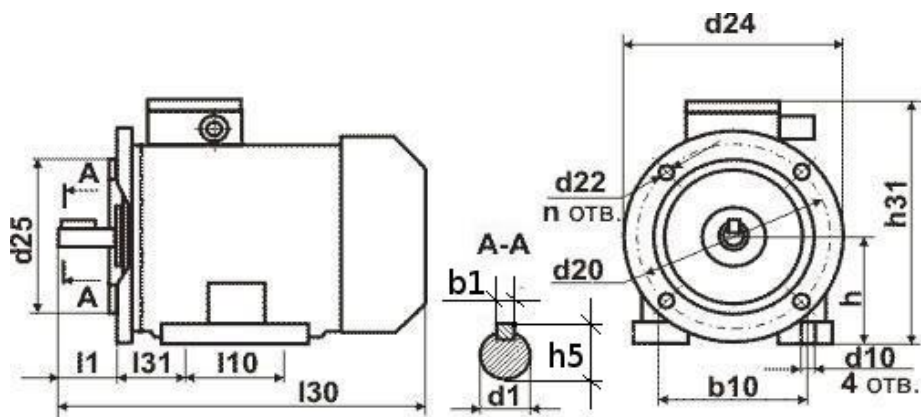


Рисунок 1 - Габаритно-присоединительные размеры двигателей исполнений IM1081, 2081, 3081.

В результате ввода и задания всех необходимых параметров, получена геометрия машины.

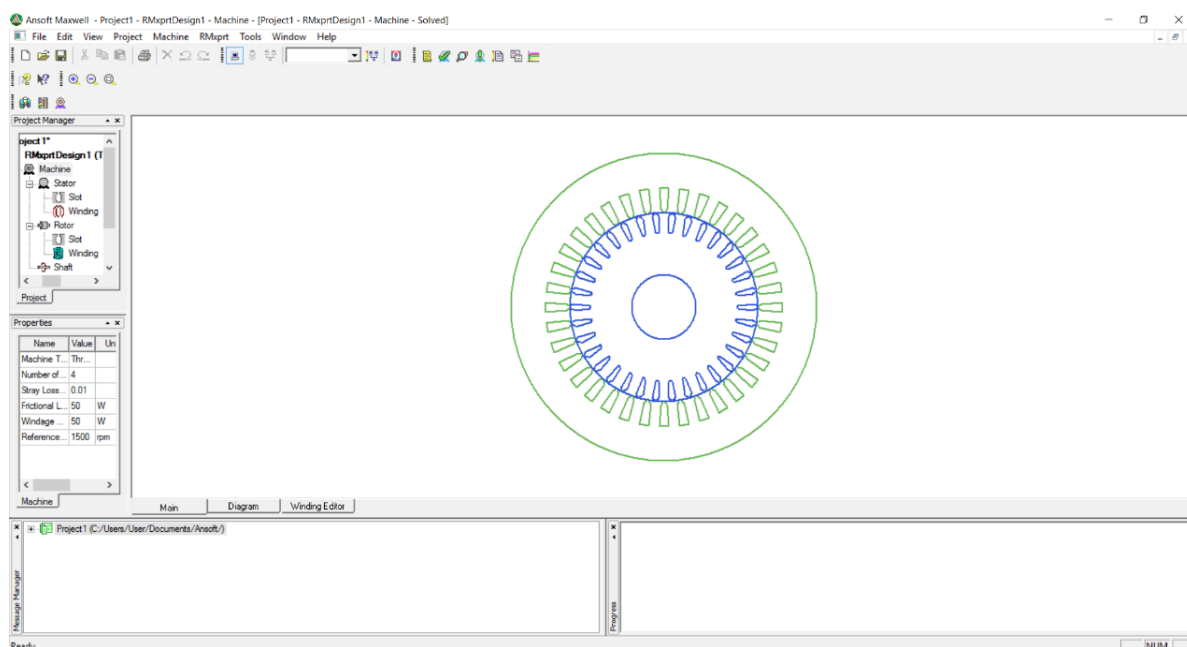


Рисунок 2 – Геометрия реализуемой электрической машины

При реализации решения методом Transient были получены следующие характеристики:

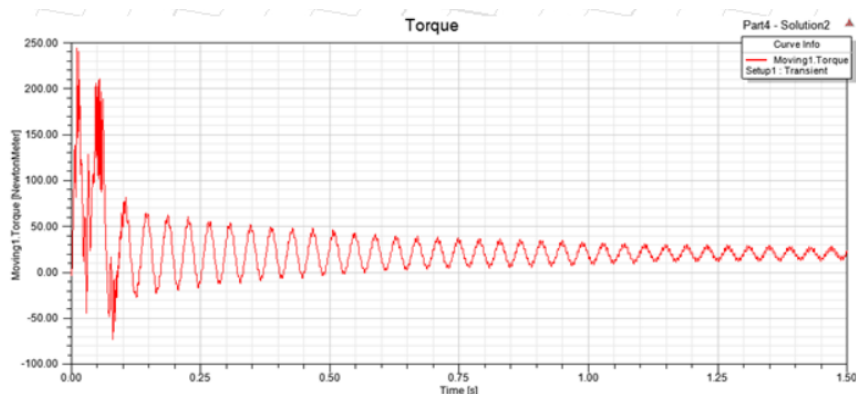


Рисунок 3 – График изменения момента двигателя

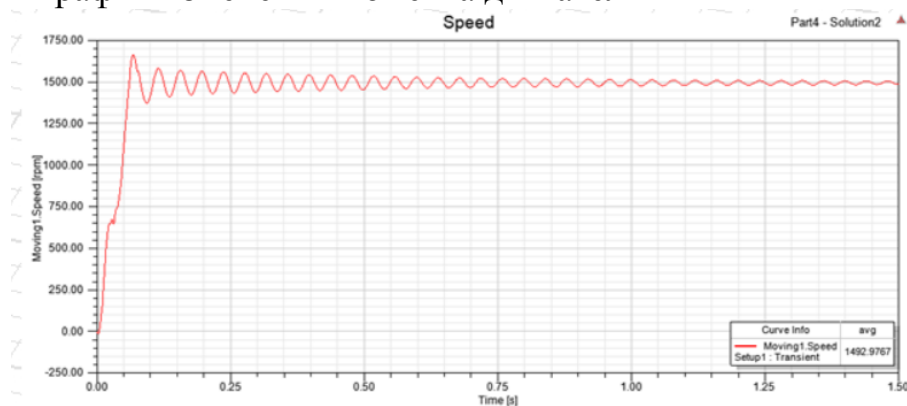


Рисунок 4 – График изменения частоты вращения ротора двигателя

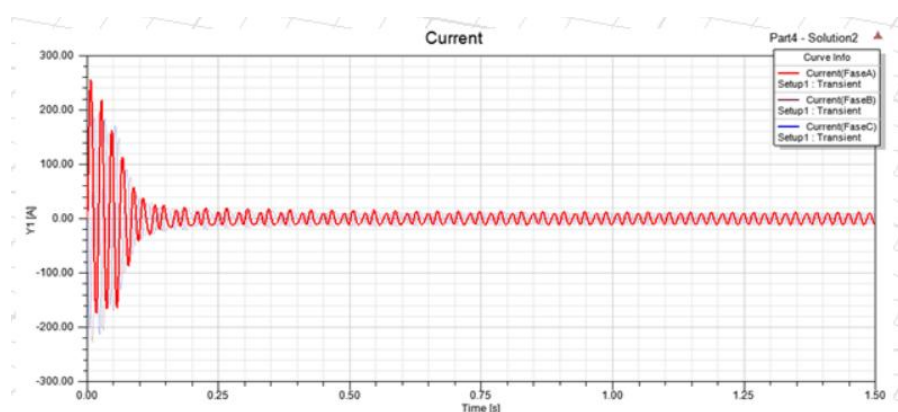


Рисунок 5 – График изменения тока в фазе А двигателя

Таким образом, для расчета переходных процессов асинхронного двигателя удобно использовать программное обеспечение Ansoft Maxwell. Адекватность математической модели будет проверена на физической модели.

Список используемой литературы:

- 1) Копылов И.П. Математическое моделирование электрических машин / И.П. Копылов. – М.: Высш. шк., 2001. – 327 с.
- 2) Персова М.Г. О новом подходе к проектированию электрических машин на основе численного моделирования / М.Г. Персова, Ю.Г. Соловейчик, З.С. Темлякова и др. // Электротехника. – 2007. – № 9. – С. 15–21.
- 3) Митрофанов С.В. /Методика автоматизированных испытаний асинхронного двигателя /Митрофанов С.В., Веремеев А.А.// В сборнике: Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры Материалы Всероссийской научно-методической конференции . 2014. С. 358-360.
- 4) А.С. Замчалкин, В.А. Тюков Численное моделирование процесса пуска асинхронного двигателя // Доклады ТУСУРа, № 1 (25), часть 1, июнь 2012.
- 5) Митрофанов С.В. /Математическая модель асинхронного двигателя в естественной системе координат // Митрофанов С.В., Жаворонков А.Е. В

сборнике: Энергетика: состояние, проблемы, перспективы ТРУДЫ VII Всероссийской научно-технической конференции. Материалы сборника опубликованы в авторской редакции. 2014. С. 211-216.

б) Митрофанов С.В. /Методика моделирования переходных процессов в асинхронных двигателях//Митрофанов С.В., Веремеев А.А. В сборнике: Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры Материалы Всероссийской научно-методической конференции. 2016. С. 313-318.