

УДК 621.313.333

Пшеничников Роман Алексеевич

Pshenichnikov Roman Alekseevich

Магистрант

Master's Degree student

Череповецкий государственный университет

Cherepovets State University

Российская Федерация, г. Череповец

Cherepovets, Russian Federation

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕНТИЛЬНО-ИНДУКТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ
В РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ
SIMULATION OF A VALVE-INDUCTOR MOTOR IN VARIOUS
OPERATING MODES**

Аннотация: рассмотрены четыре вида режима работы. Моделирование производилось в пакете MATLAB/Simulink. Целью моделирования является проверка работоспособности и устойчивости системы управления.

The summary: four types of operation modes are considered. The simulation was performed in the MATLAB/Simulink package. The purpose of the simulation is to check the performance and stability of the control system.

Ключевые слова: моделирование, двигатель, график, режим, работа.

Key words: simulation, engine, graph, mode, work.

Режимы работы:

1. При работе без достижения ограничений по току, напряжению, частоте вращения.
2. При работе в условиях нехватки питающего напряжения.

3. При работе в условиях ограничения максимальной частоты вращения.

4. При рекуперации в условиях работы блока ограничения напряжения в звене постоянного тока.

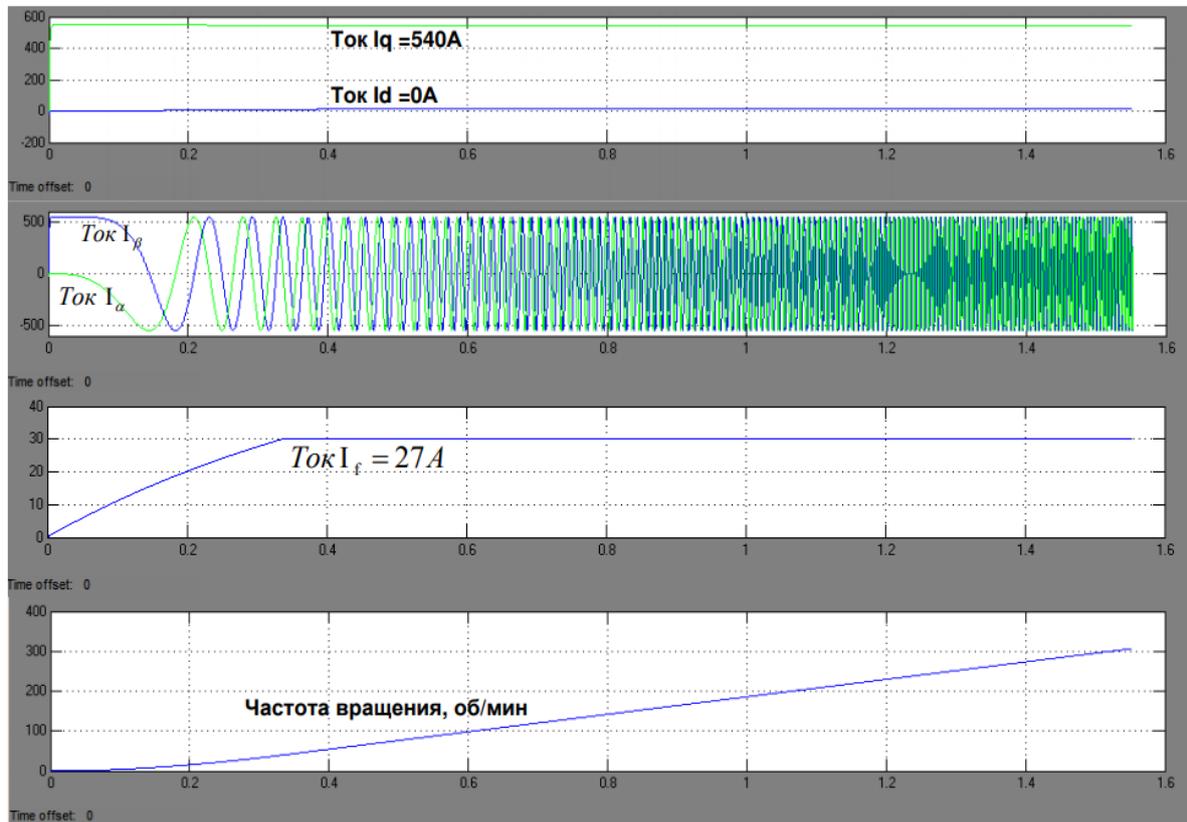


Рисунок 1. Разгон двигателя с нулевой частоты вращения до 300 об/мин с максимальным моментом

Источник: автор

По результатам моделирования векторная система управления работает в предполагаемом режиме. Ток по оси q поставлен и равен максимальному амплитудному току для данного двигателя 540 А. Ток по оси d равен нулю, так как на невысокой частоте вращения нехватки напряжения на инверторе не наступает. Токи по осям a, В синусоидальны. За счет большой индуктивности обмотки возбуждения ток I_f нарастает до своего максимума (27А) сравнительно долго, из-за чего разгон

первоначально нелинейный, так как момент нарастает вместе с током возбуждения.

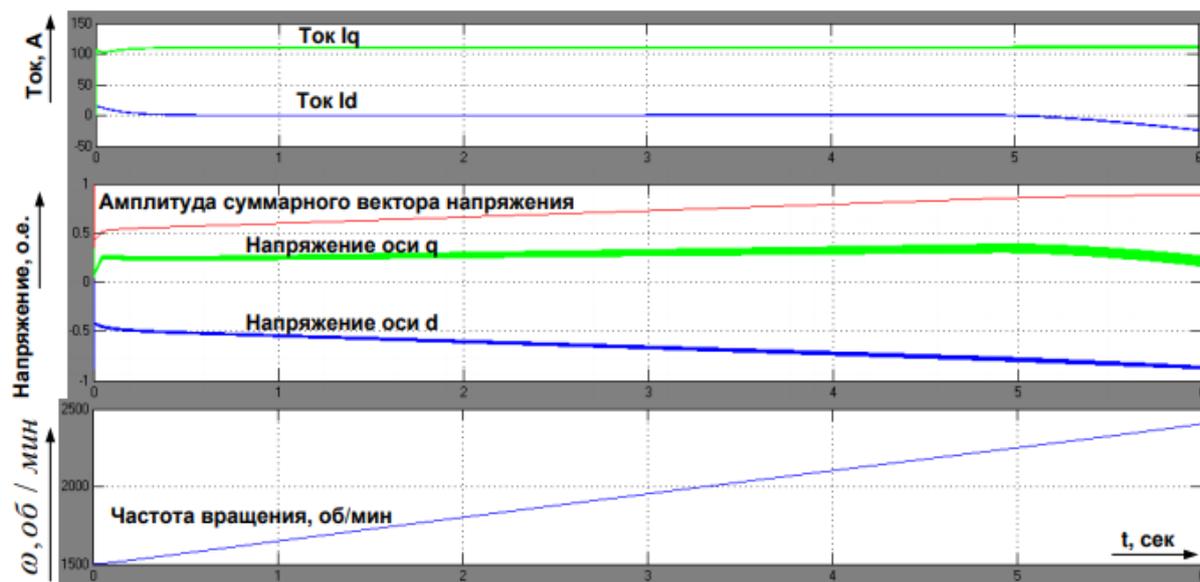


Рисунок 2. Разгон двигателя от 1500 об/мин до 2500 об/мин в условиях нехватки питающего напряжения

Источник: автор

На верхнем графике показаны токи по осям d, q , на среднем напряжении в относительных единицах (1.0 – максимальное напряжение инвертора) по осям d, q с выходов регуляторов тока, а также амплитуда суммарного вектора напряжения, на нижнем частота вращения двигателя.

С разгоном двигателя растет его ЭДС, и, соответственно, амплитуда прикладываемого напряжения от инвертора. Начиная приблизительно с 5й секунды осциллограммы, амплитуда суммарного вектора напряжения достигает 0.85 (85% от максимального), после чего начинает появляться ток оси d , что замедляет рост напряжения на выходе инвертора) напряжения по оси q начинает уменьшаться). Ток по оси q , создающий момент, сохраняется, двигатель продолжает разгон.

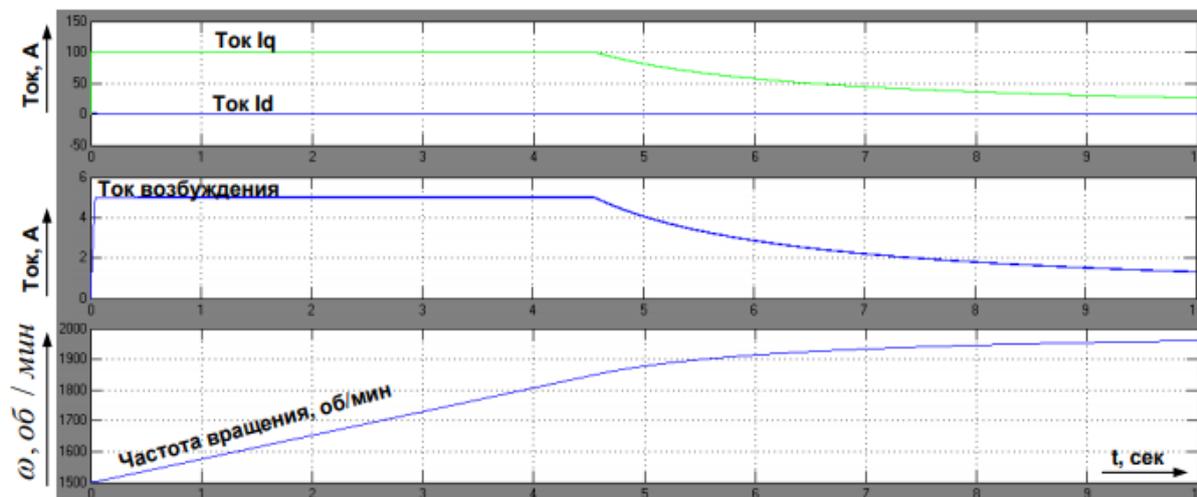


Рисунок 3. Разгон двигателя от 1500 об/мин до 2000 об/мин в условиях ограничения частоты вращения

Источник: автор

В данном эксперименте моделирования ограничение максимальной частоты вращения установлено 2000 об/мин с дельтой в 150 об/мин.

Двигатель линейно разгонялся с постоянным моментом, но, начиная примерно с 4.5 секунды графика, частота вращения достигла 1850 об/мин, где начало работать ограничение частоты вращения. По мере повышения частоты вращения задание тока I_q уменьшалось, а так как задание тока возбуждения изменяется пропорционально с током статора, то возбуждения также уменьшался.

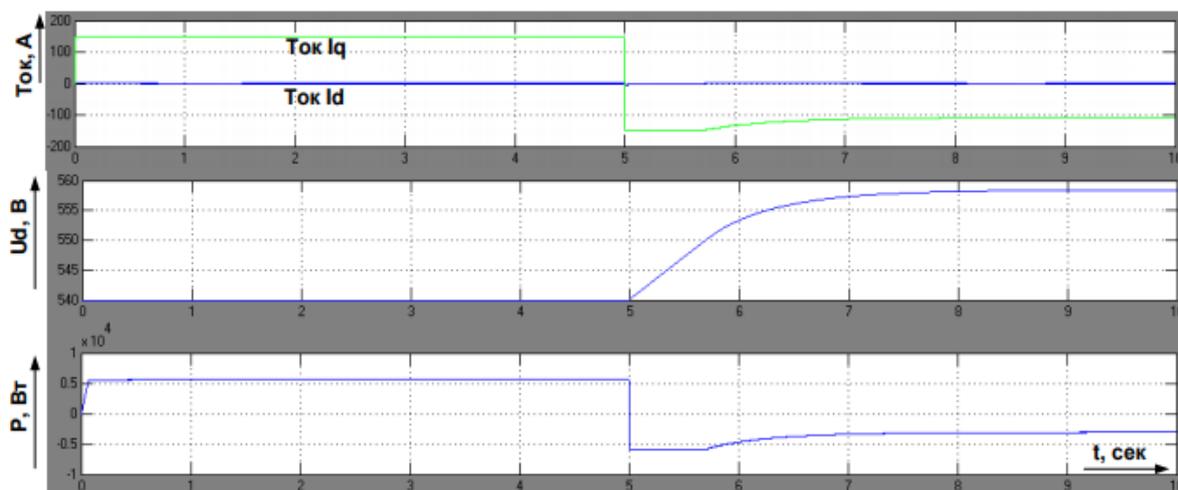


Рисунок 4. Смена двигательного режима на генераторный с последующей рекуперацией в звено постоянного тока

Источник: автор

Привод работал на фиксированной частоте вращения в двигательном режиме с мощностью 5 кВт и напряжением питания в звене постоянного тока 540 В. В момент времени 5 с задание момента в системе управления инвертировалось, в результате чего двигатель перешел на генераторный режим, мощность стала отрицательной (-5кВт), напряжение в звене постоянного тока (второй график) начало расти. В момент времени 5.7 секунд напряжение составило 560 В, в результате чего начало работать ограничение напряжения. С последующим ростом напряжения задание тока по оси I_q , уменьшалась мощность, отдаваемая приводом. В модели заложен сторонний потребитель на звене постоянного тока мощностью 3 кВт, имитирующий, например, тормозные резисторы. Напряжение в звене постоянного тока ограничилось на уровне 560 В, а мощность привода и стороннего потребителя сравнялись и стали равными 3 кВт.

Вывод. Результаты моделирования подтвердили работоспособность как векторной системы управления, так и предварительной структуры, формирующей задания токов с программной имитацией машины

последовательного возбуждения. Проверена работа системы в условиях нехватки напряжения инвертора, ограничения частоты вращения, ограничения максимального напряжения в звене постоянного тока при рекуперации.

Литература:

1. Козаченко В.Ф., Анучин А.С., Жарков А.А., Дроздов А.В. Цифровое векторное управление вентильно-индукторными двигателями с независимым возбуждением. — М.: Компоненты и технологии, 2004. — вып. 8. — С. 166–172.
2. Кузнецов В.А., Кузьмичев В.А. Вентильно-индукторные двигатели. — М.: Издательство МЭИ, 2003. — 70 с.
3. Ильинский Н.Ф. Вентильно-индукторные машины в современном электроприводе. // Тез. докл. науч.-техн. семинара "Вентильно-индукторный электропривод проблемы развития и перспективы применения".—М.: МЭИ, 1996. — С. 3–4.
4. Виноградов А.Б. Векторное управление электроприводами переменного тока // ГОУВПО Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина.— Иваново, 2008.— 298 с.