

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ВЕНТИЛЯТОРА ГЛАВНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ ПРИ ПОМОЩИ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Рушкин Евгений Игоревич

*лаборант кафедры ЭиАГП, студент 4 курса специальности
«Электромеханика» МПТИ (ф) СВФУ, г. Мирный*

Семёнов Александр Сергеевич

*старший преподаватель кафедры ЭиАГП МПТИ (ф) СВФУ, г. Мирный
E-mail: sash-alex@yandex.ru*

RESEARCH SYSTEM OF VARIABLE FREQUENCY ELECTRIC DRIVE MAIN FANS BY MODELING

Evgeniy Rushkin

*assistant of pulpit EiAGP, 4th year student the specialty «Electromechanical»
MPTI (f) SVFU, Mirny*

Alexander Semenov

sr. lecturer of pulpit EiAGP MPTI (f) SVFU, Mirny

АННОТАЦИЯ

В данной научной статье исследуется электропривод вентилятора главного проветривания рудника. Выбран тип двигателя. Принята система управления электроприводом. Произведено моделирование режимов работы электродвигателя вентилятора с частотно-регулируемым электроприводом.

ABSTRACT

In this article investigates electric drive of main fans of mine. Is selected motor type. Adopted a system of electric drive control. Produced simulation modes of the fan motor with variable frequency drives.

Ключевые слова: рудник; вентилятор главного проветривания; система электропривода; частотно-регулируемый электропривод; моделирование; режимы работы.

Keywords: mine; the main fans; the system electric drive; variable frequency electric drive; modeling; modes.

Объектом исследования является привод вентилятора главного проветривания подземного рудника по добыче алмазосодержащих пород типа

ВЦД-42,5 (вентилятор центробежный двусторонний с диаметром рабочего колеса 42,5 дм). Главной целью исследования является выбор мощности электропривода, его режима и продолжительности работы, моделирование его характеристик, получение сравнительных результатов для заключения по работе. Вентиляторные установки главного проветривания используются для подачи воздуха в рудник и располагаются непосредственно у ствола рудника.

Актуальность данной статьи заключается в моделировании режимов работы синхронного электродвигателя с системой частотно-регулируемого электропривода (ЧРП) и применении их на практике. Моделирование пуска синхронного двигателя ранее рассматривались в статьях [2], [6] и [9].

Целью моделирования является построение характеристик зависимости момента и угловой скорости вращения электродвигателя от времени при пуске, а также определение перерегулирования, разрегулирования и времени переходного процесса. Выполним моделирование на модели с частотно-регулируемым приводом. Для проведения моделирования используем данные двигателя СДМЗ-17-59-12УХЛ4, которые определяем по [1] и [8].

Для реализации задачи по исследованию режимов работы нашего оборудования собираем математическую модель пуска синхронного двигателя в пакете программ MatLab. Пакет программ MatLab предназначен для аналитического и численного решения различных математических задач, а также для моделирования электротехнических и электромеханических систем, благодаря приложениям Simulink и SimPowerSystem. Более подробная информация о пакете программ MatLab представлена в [4], [5] и [8].

Математическую модель можно условно разделить на 3 части: блоки управления, блоки преобразователей и модель двигателя. Модель электродвигателя представляет собой функциональную зависимость передаточных блоков, блоков усилителей, логики и нелинейных функций. Модель двигателя состоит из механической части и блока преобразования момента. При использовании моделей с частотным регулированием время установления переходных процессов возрастает в несколько раз, но зато их

протекание становится более плавным и точным.

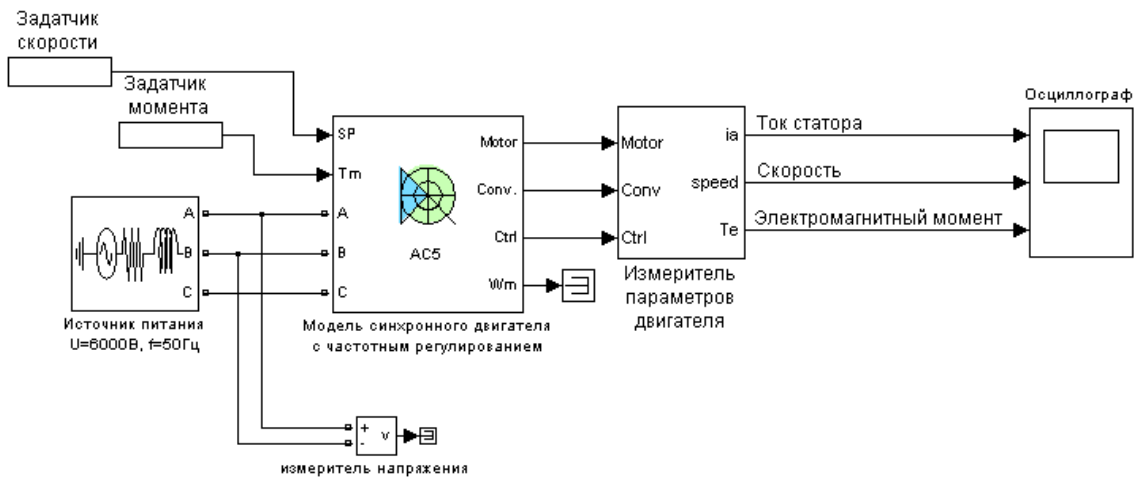


Рисунок 1. Модель синхронного электропривода с частотным регулированием

Рассмотрим более подробно, что собой представляет модель синхронного двигателя с частотным регулированием, и сделаем небольшое описание данной модели.

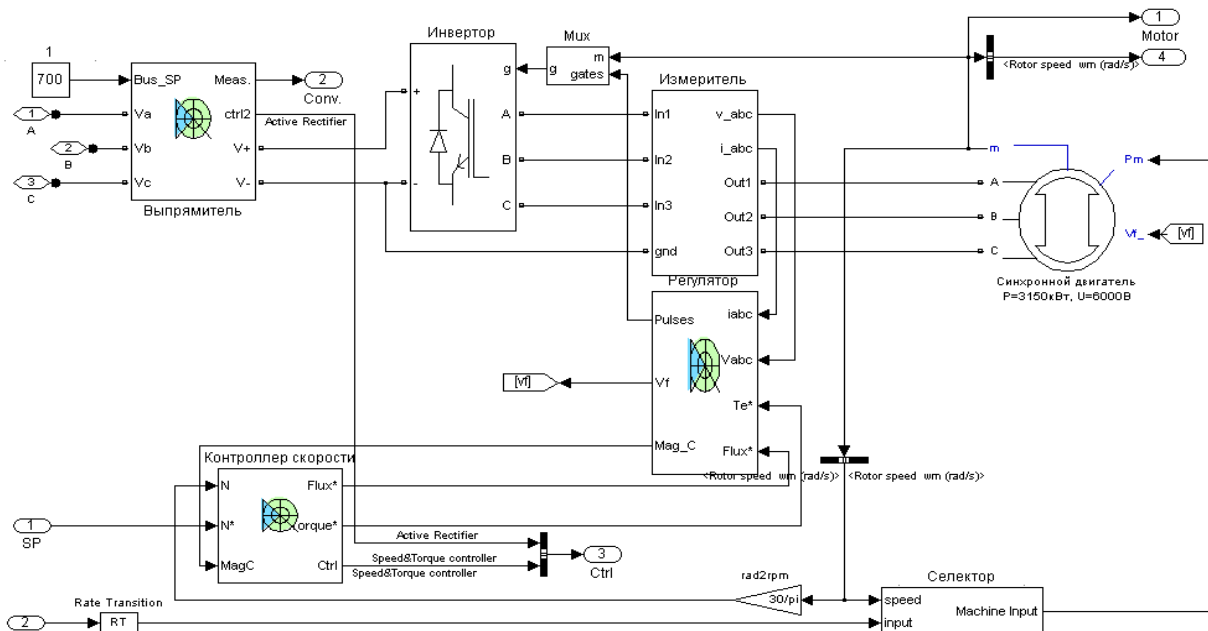


Рисунок 2. Структура модели синхронного двигателя с частотным регулированием

Из источника питания переменное напряжение поступает на выпрямитель.

Затем уже постоянное напряжение поступает на преобразователь тока и на инвертор, в котором оно опять преобразуется в переменное и питает сам синхронный двигатель. В это время из датчиков скорости и момента сигнал поступает на контроллер скорости, туда же приходит сигнал обратной связи из механической части двигателя и регулятора. После всех операций сигнал из контроллера скорости поступает в измеритель параметров двигателя, где обрабатывается и выдаёт окончательное значение скорости вращения двигателя.

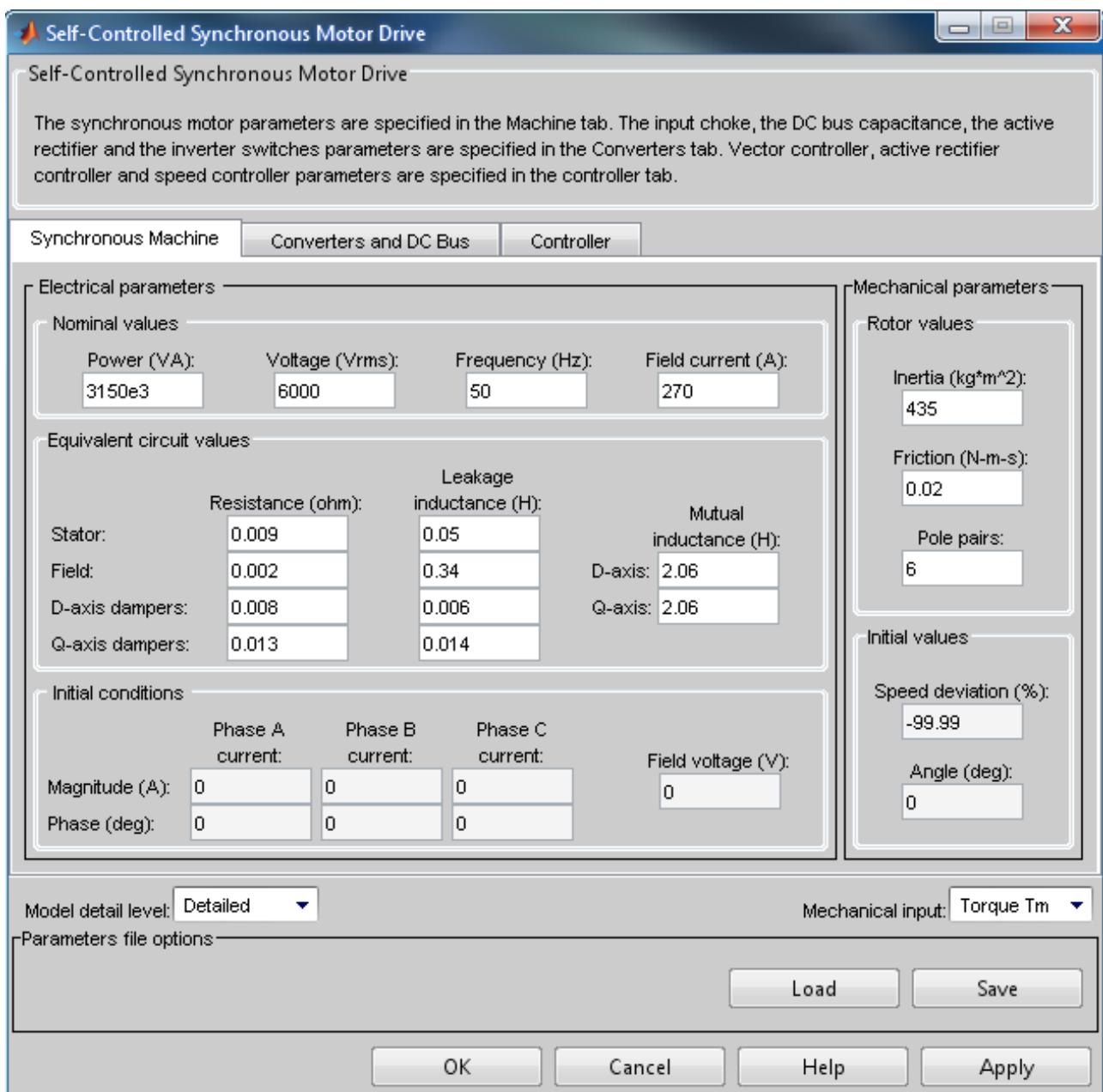


Рисунок 3. Окно параметров синхронного двигателя

В этом окне задаются основные параметры синхронного электродвигателя, такие как мощность, напряжение, частота, сопротивление и индуктивность обмоток, момент инерции, число пар полюсов.

После определения всех параметров и внесения их в окно параметров модели двигателя, производим моделирование и представляем его результаты.

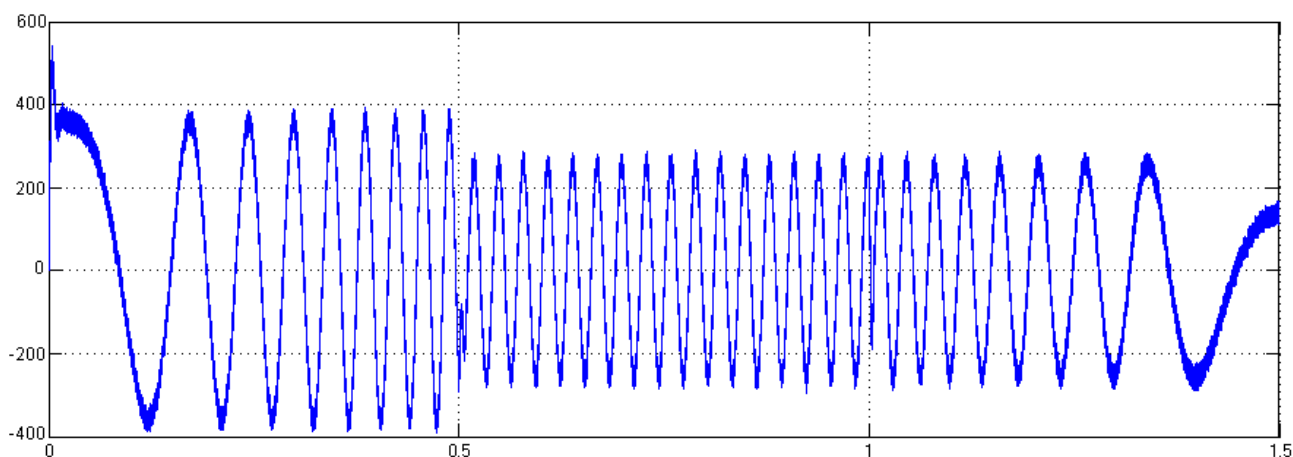


Рисунок 4. Ток статора синхронного двигателя

На этом рисунке показана зависимость тока статора синхронного двигателя от времени моделирования. Пусковой ток при запуске двигателя достигает значения 400 А, после выхода скорости на номинальное значение ток снижается до 320 А, что почти соответствует расчетному номинальному току.

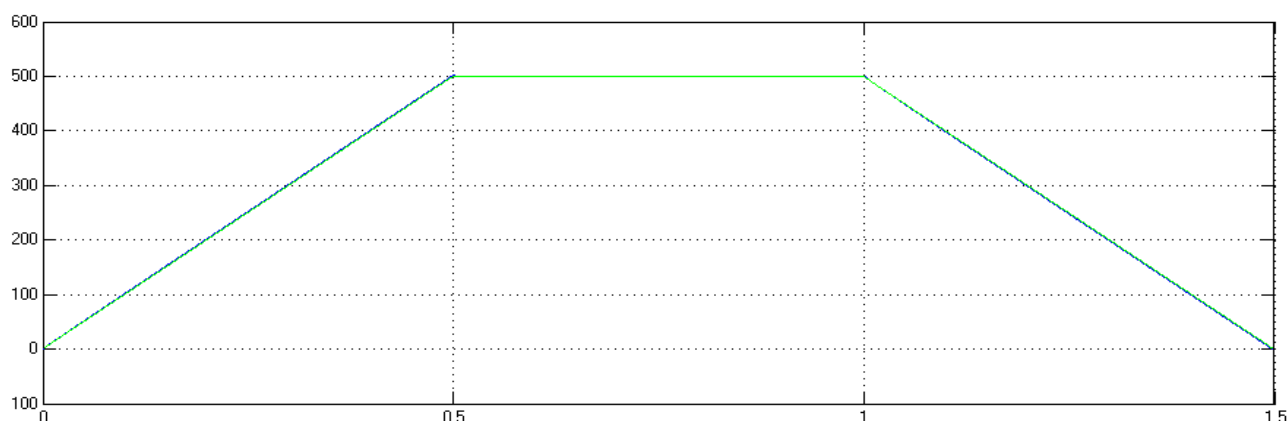


Рисунок 5. Скорость вращения синхронного двигателя

На этом графике показана скорость вращения двигателя в зависимости от времени моделирования. Здесь можно выделить три основных режима работы

двигателя: а) пуск двигателя; б) работа двигателя на номинальной скорости; в) торможение двигателя. Анализируя характер графика скорости, можно утверждать, что ко времени 0,5 с после пуска двигателя скорость вращения двигателя выходит на свое номинальное значение 500 об/мин. Указанный промежуток времени показывает, что система удовлетворяет требованию по быстродействию. Система является устойчивой, значение колебательности отсутствует.

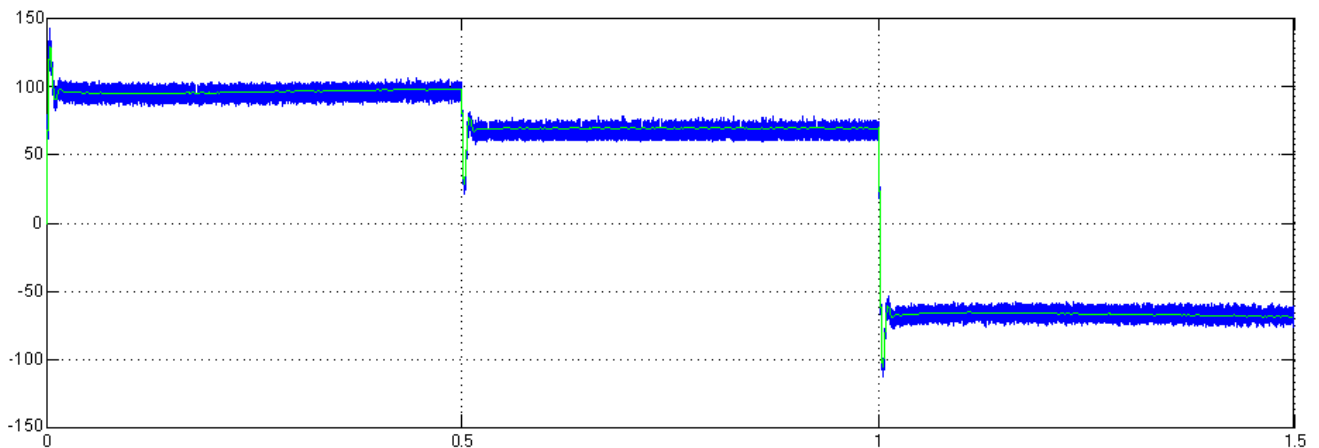


Рисунок 6. Электромагнитный момент синхронного двигателя

На графике момента видно, что при пуске двигателя пусковой момент составляет 100 кН*м, а при выходе скорости на свое номинальное значение он снижается до 60 кН*м, что совпадает с расчетными данными.

После проведения моделирования и получения всех результатов сведем расчетные данные и результаты моделирования в таблицу и вычислим погрешность между ними.

Таблица 1.

Сопоставление расчетных значений с моделированием

Наименование	Расчётные значения (справочные данные)	Пуск в асинхр. режиме	Частотное регулирование	Погрешность пуска в асинхр. реж. от расчета $\varepsilon, \%$	Погрешность частотного регулир. от расчета $\varepsilon, \%$

Скорость вращения, n (об/мин)	500	500	500	0 %	0 %
Номинальный момент, M_H (кН*м)	60,2	63	60	4,4 %	0,3 %
Пусковой момент, M_{II} (кН*м)	84,3	158	100	47 %	15,8 %
Номинальный ток, I_H (А)	350	300	320	14,3 %	6,3 %

В результате проделанной работы была создана модель функционального уровня системы синхронный двигатель с частотным регулированием. В ходе работы были определены оптимальные параметры эксперимента, обеспечивающие выполнения расчетов при необходимой точности и, кроме того, обеспечивающие лучшую наглядность результатов. Результаты эксперимента представлены в графиках и таблице. Оценка результатов позволяет считать данную систему удовлетворяющей всем целям и требованиям. Можно однозначно считать использование частотного регулирования более предпочтительным для синхронного двигателя вентиляторной установки главного проветривания рудника. Описание других вариантов использования частотно-регулируемого электропривода на горных предприятиях изложено в работах [3] и [7].

Список литературы:

1. Алиев И.И. Справочник по электротехнике и электрооборудованию: Учеб. пособие для вузов. — 2-е изд., доп. — М.: Высш. шк., 2000. — 255 с.
2. Семёнов А.С. Моделирование режима пуска синхронного двигателя электропривода насоса ГрАТ-4000 // Наука в центральной России. 2012. — № 2. — С. 23—27.
3. Семёнов А.С. Применение системы электропривода с преобразователем

частоты и автономным инвертором напряжения на проходческом комбайне / Технические науки — от теории к практике // материалы XVIII международной заочной научно-практической конференции. (20 февраля 2013 г.); Новосибирск: Изд. «СибАК», 2013. — С. 71—78.

4. Семёнов А.С. Моделирование автоматизированного электропривода: Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов специальности 140601 — «Электромеханика». — М.: Издательство «Спутник +», 2012. — 60 с.
5. Семёнов А.С. Программа MATLAB: Методические указания к лабораторным работам для студентов специальности 140211 — «Электроснабжение». М.: Издательство «Спутник +», 2012. — 40 с.
6. Семёнов А.С., Рушкин Е.И. Анализ энергоэффективности системы электропривода центробежного насоса при помощи моделирования в программе MATLAB // Материалы V Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум». [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: <http://www.scienceforum.ru/2013/210/2633> (дата обращения: 12.02.2013).
7. Семёнов А.С., Саввинов П.В., Рушкин Е.И. Внедрение частотно-регулируемых электроприводов как метод энергосбережения на горных предприятиях / Достижения и перспективы естественных и технических наук // материалы II Международной научно-практической конференции. — Ставрополь: Логос, 2012. — 159 с. — С. 60—63.
8. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MatLab, SimPowerSystems и Simulink. — М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. — 288 с.: ил.
9. Semenov A.S., Shipulin V.S. Analysis of energy efficiency of the system drive centrifugal pump GrAT-4000 by modeling in MatLab. European Applied Sciences, January, 2013, № 1 (2). — Pp. 228—230.