

ПУСК ВЕНТИЛЯТОРНОЙ УСТАНОВКИ С УЧЕТОМ РЕАКТИВНОГО МОМЕНТА АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Хомутильников В.В.

Липецкий государственный технический университет, г.Липецк

Ключевые слова: вентиляторная установка, реактивный момент, переходный процесс, асинхронный двигатель, синхронный двигатель.

Аннотация. В данной статье затронута проблема реализации реактивного момента нагрузки вентиляторных установок, приводимых в движение гонным асинхронным двигателем. Реализована математическая модель вентилятора в программе для моделирования MATLAB Simulink.

Вентиляторные установки служат для проветривания помещений промышленных и гражданских, подземных выработок различного назначения и состоят из вентиляторов и вентиляционных сооружений.

Для крупных вентиляторных установок применение синхронных двигателей, даже при исключении регулирования скорости, оказывается не всегда возможным. Дело в том, что указанные механизмы обладают весьма значительным моментом инерции, и при пуске синхронных двигателей в пусковой клетке выделяются потери энергии, превышающие допустимые.

Одно из простых решений вопроса привода мощных вентиляторов с большим моментом инерции представляется схемой двухдвигательного электропривода (рис. 1).

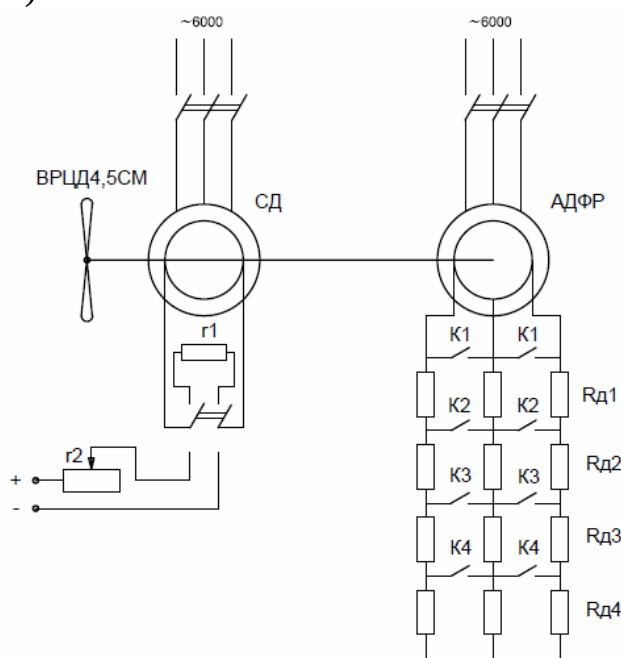


Рис. 1. Схема двухдвигательного электропривода

Синхронный двигатель СД является главной приводной машиной агрегата и рассчитывается на полную мощность и скорость вентилятора. Асинхронный двигатель с фазным ротором АД служит для плавного пуска агрегата до половинной скорости, после чего статор АД отключается от сети. Мощность

асинхронного двигателя может быть выбрана на 15—20% номинальной мощности вентилятора, но по механической прочности АД должен быть рассчитан на номинальную скорость СД [1, с. 394].

В программной среде математического моделирования MATLAB Simulink имеется готовая модель асинхронного двигателя, работающая исключительно с активным моментом. В статье будет рассматриваться вопрос о создании блока реактивного момента для корректной работы математической модели асинхронного двигателя.

При сопряжении вала двигателя с вентиляторной установкой, ротор двигателя будет подвергаться определенным нагрузкам, которые создаются нагрузочным реактивным моментом, являющимся сопротивлением, прикладываемым встречно с направлением движения вала. Ниже представлена формула, имеющая наглядное представление составляющих реактивного момента:

$$M_{np} = M_n \cdot \omega_{pm},$$

где, M_{np} – реактивный момент сопротивления;

M_n – момент нагрузки;

ω_{pm} – частота вращения рабочей машины.

Для решения этой проблемы необходимо рассмотреть уравнение движения электропривода с учетом воздействия всех нагрузок на вал двигателя:

$$(M - M_{na}) - M_{np} = J \frac{d\omega}{dt},$$

где M – момент двигателя;

M_{na} – активный момент сопротивления нагрузки;

M_{np} – реактивный момент сопротивления нагрузки;

J – момент инерции;

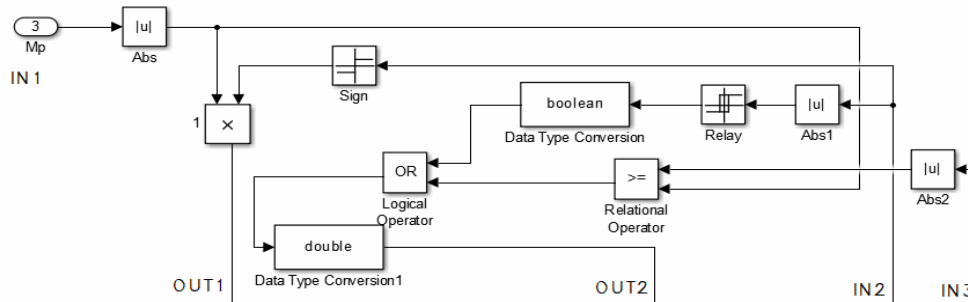
ω – частота вращения двигателя.

При $\omega = 0$ вал двигателя находится в неподвижном состоянии, что соответствует следующему неравенству: $|(M - M_{na})| - M_{np} < 0$, так как реактивный момент сопротивления не воздействует на вал, и дифференциальное уравнение не должно решаться $\frac{d\omega}{dt} = 0$. В этом состоянии предполагается, что $M_{np} = M_{na} \geq 0$.

При $|(M - M_{na})| - M_{np} \geq 0$, в этом случае снимается блокировка и дифференциальное уравнение приобретает вид, т.е. $\frac{d\omega}{dt} \neq 0$, а знак реактивного нагрузочного момента будет определяться из произведения $M_{np} = M_n \omega_{pm}$.

На основе вышеуказанных выводов, необходимо составить некую систему уравнений, которая будет придерживаться строгой последовательности создания нагрузок на валу двигателя.

Модель блока задания реактивного момента асинхронного двигателя представлена на рис. 2.



IN1 – момент нагрузки; IN2 – скорость на валу двигателя; IN3 – момент на валу двигателя

Рис. 2. Модель блока задания реактивного момента

Для осуществления дальнейшего моделирования, будет необходимо построить математическую модель вентилятора, на основе элементной базы Simulink.

Математическая модель вентиляторной установки представлена на рис. 3 и результаты моделирования на рис. 4.

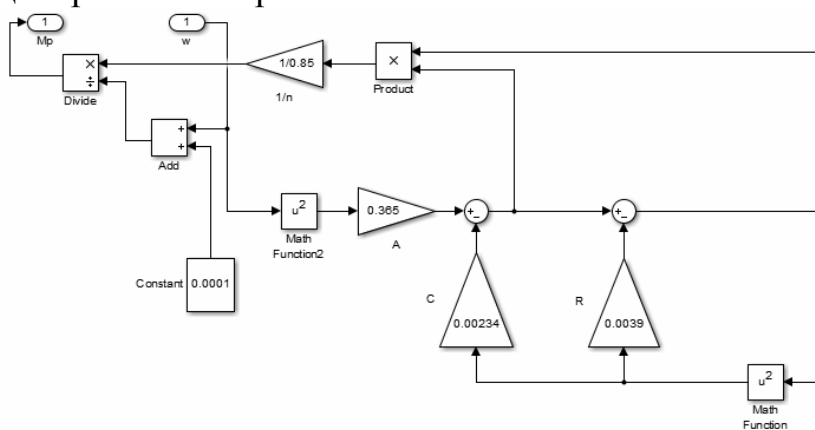


Рис. 3. Математическая модель вентилятора в MATLAB Simulink

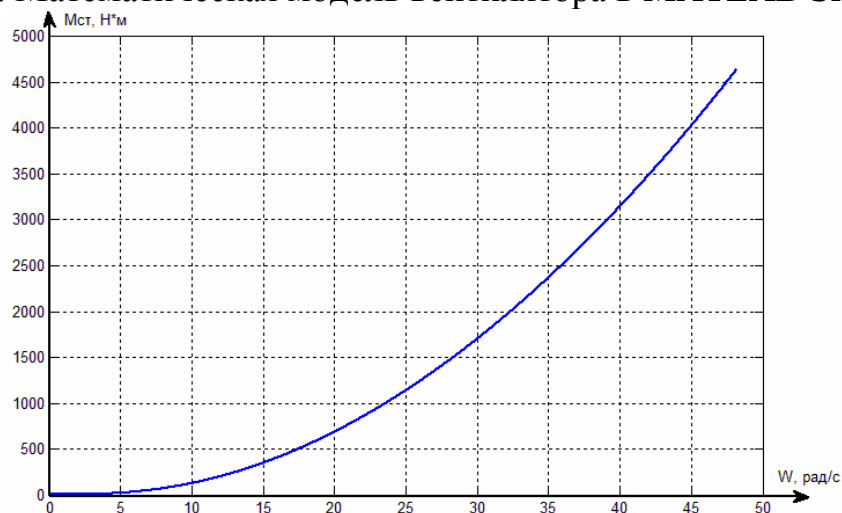


Рис. 4. Зависимость статического момента от времени $M_{ст}(t)$

В результате моделирования была получена зависимость статического момента от времени $M_{ст}(t)$, которая удовлетворяет нагрузочным характеристикам нагнетателей.

На рис. 5. представлен переходный процесс момента двигателя и вентиляторной установки, полученный при моделировании всей системы. На

графике мы видим, что момент вентиляторной установки (синим цветом) увеличивается прямо пропорционально моменту, развиваемому на валу двигателя (красным цветом), после чего графики сходятся, что свидетельствует о правильности проведенных расчетов.

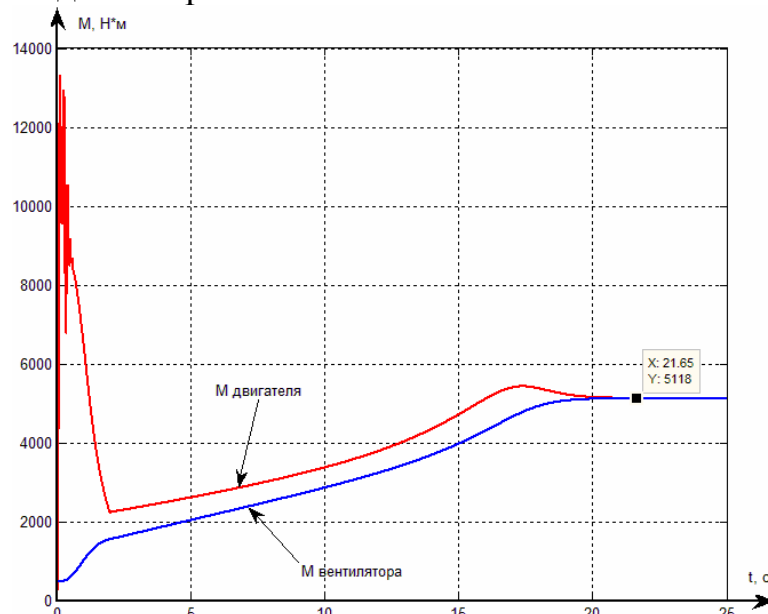


Рис. 5. Переходный процесс момента вентилятора и двигателя

Список литературы

1. Соколов М.М. Автоматизированный электропривод общепромышленных механизмов / М.М. Соколов, А.В. Шинянский, Л.А. Решмина. – М.: Энергия, 1976. – 488 с.

Сведения об авторе:

Хомутинников Вадим Валерьевич – магистр ЛГТУ, г.Липецк.

STARTING OF A FAN INSTALLATION TAKING INTO ACCOUNT OF THE JET MOTOR OF THE ASYNCHRONOUS MOTOR

Khomutinnikov V.V.

Keywords: fan installation, jet torque, transient, asynchronous motor, synchronous motor.

Abstract. In this article, the problem of the realization of the reactive moment of the load of fan installations driven by an induction motor is discussed. Implemented a mathematical model of the fan in the program for simulation MATLAB Simulink.

References

1. Sokolov M.M. Automated electric drive of industrial mechanisms / M.M. Sokolov, A.V. Sinensky, L.A. Reshmin. – Moscow: Energy, 1976. – 488 p.