

АНАЛИЗ СТАТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Каравайцев И.В.

Оренбургский государственный университет

Проблема повышения устойчивости работы узлов электрической нагрузки крупных многомашинных промышленных комплексов становится все более актуальной по мере укрупнения производства и усложнения технологических процессов.

В настоящее время эта проблема особенно остра для предприятий нефтяной и газовой промышленности, отличительными особенностями которых являются:

- непрерывность технологических процессов;
- большая единичная мощность электроприемников;
- высокая цена останова предприятия;
- экологическая напряженность технологического процесса.

В ряде случаев ситуация осложняется определенным несоответствием потребностей промышленных электротехнических систем (ЭТС) и возможностей питающей энергосистемы. Результатом такого несоответствия является высокая частота аварийных остановок производства, что приводит к потерям сырья и конечных продуктов, ухудшению качества продукции, осложнению экологической обстановки, ускоренному износу оборудования, значительным затратам на восстановление технологического режима.

Подавляющее большинство отключений связано с кратковременными возмущениями в распределительных сетях питающей энергосистемы и на самом предприятии. Несмотря на то, что длительность воздействия подобных возмущений достаточно мала, их последствия бывают достаточно тяжелы. Зачастую аварийная ситуация осложняется тем, что автоматическое включение резерва (АВР) на различных уровнях напряжения не приводит к быстрому восстановлению нормального режима работы. Есть и другие сложности: пожаро- и взрывоопасность исходного сырья и конечных продуктов, высокая токсичность [1].

Решением таких проблем может быть повышение устойчивости ЭТС предприятия к кратковременным возмущениям, что позволит снизить частоту массовых отключений электрооборудования и облегчит их последствия. Таким образом, предлагаемая тема работы представляется весьма актуальной.

Объектом исследования являются потребители электроэнергии в составе системы электроснабжения Оренбургского газоперерабатывающего завода, среди которых были выделены асинхронный электропривод и статическая нагрузка. В качестве примера рассмотрен двигатель марки 4АРМ-1000/6000, подключенный к I секции шин ЗРУ №1, рисунок 1.

– Asynchronous Machine SI Units – модель асинхронного двигателя с заданием параметров в именованных единицах. Расчет параметров двигателя проводился согласно [3];

– Step в количестве 3 шт. – блок для подачи ступенчатого сигнала на входной порт асинхронного двигателя (номинальный момент), а также на входной порт выключателей Three-Phase Breaker для внешнего управления коммутацией;

– Three-Phase Series RLC Load – блок, имитирующий статическую нагрузку на шинах секции;

– осциллографы для наблюдения за графиками токов, напряжений, частоты вращения и момента двигателя.

Готовый вид модели показан на рисунке 2.

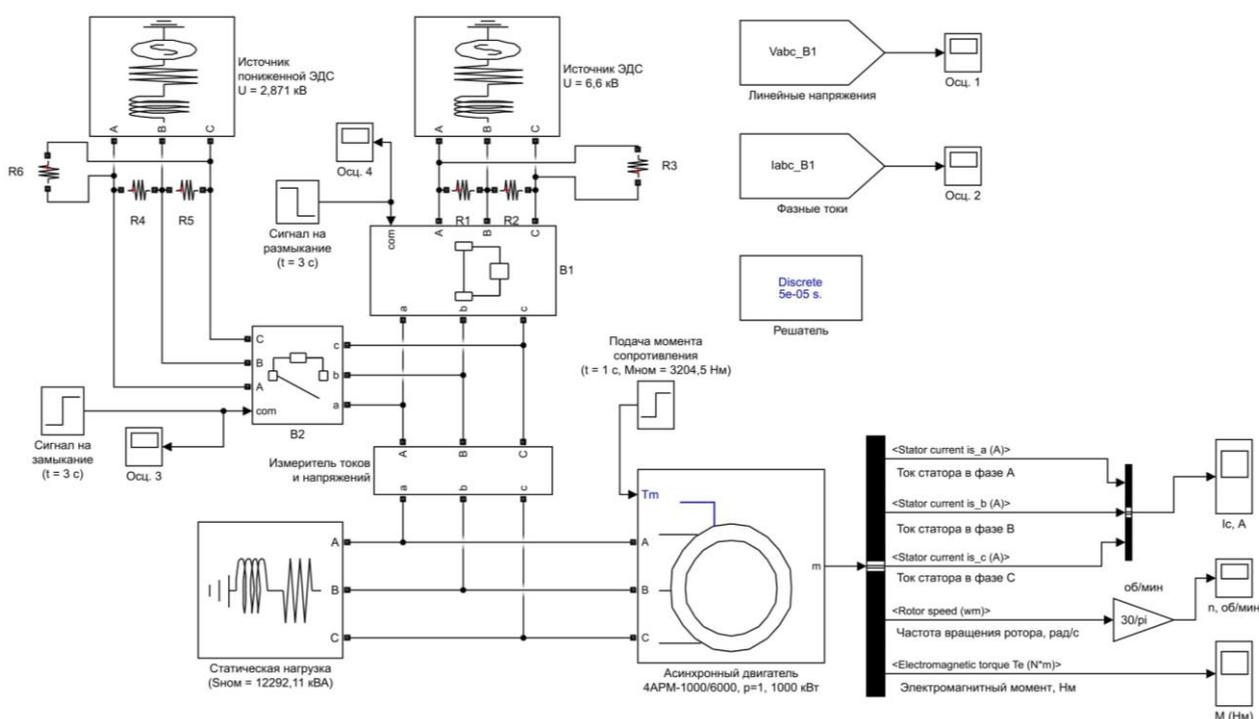


Рисунок 2 – Модель для испытания асинхронного двигателя в пакете MATLAB

Алгоритм работы модели:

1 шаг ($t = 0 - 1 \text{ с}$): разгон двигателя на холостом ходу.

2 шаг ($t = 1 - 3 \text{ с}$): наброс нагрузки на двигатель.

3 шаг (t от 3 до 6, 30 либо 60 с): перевод двигателя на питание от источника с пониженной ЭДС посредством выключателей.

Процесс анализа статической устойчивости двигателя проводился при начальном значении ЭДС вспомогательного источника, равном 50 % напряжения холостого хода обмотки НН трансформатора ГПП 1Т: $0,5 \cdot 6,6 = 3,3 \text{ кВ}$. Если двигатель при этом сохранял устойчивость, то проводилось повторное моделирование переходного процесса с меньшим значением ЭДС второго источника.

В результате анализа было получено значение критического напряжения: $U_{кр} = 2,871$ кВ. При $U_0 = 6,6$ кВ коэффициент запаса статической устойчивости по напряжению равен 56,5 %, что, согласно [4], является достаточным результатом для констатации того, что двигатель статически устойчив.

Зависимости частоты вращения ротора двигателя от времени моделирования приведены на рисунках 3 и 4.

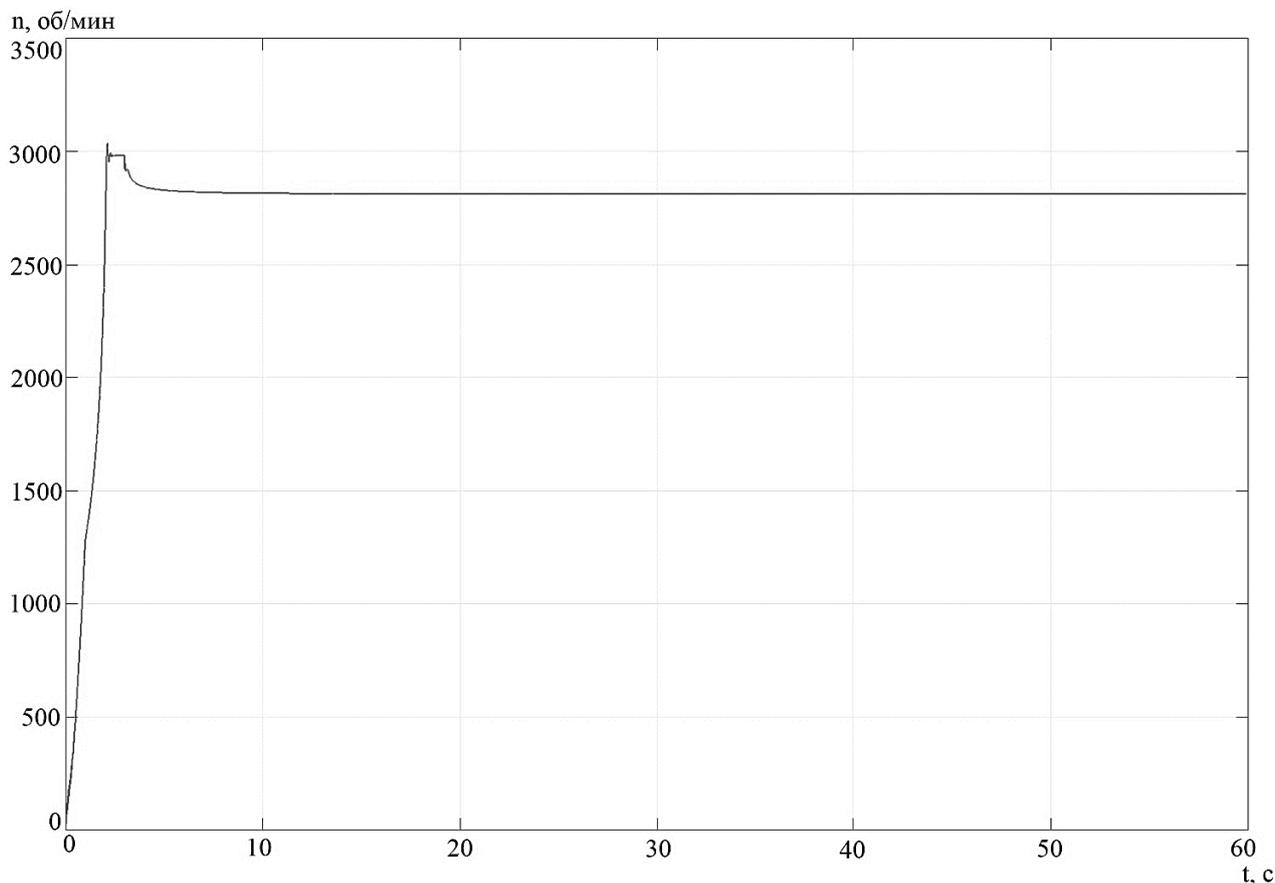


Рисунок 3 – Зависимость частоты вращения двигателя от времени моделирования $n = f(t)$, $U_{2ист} = U_{кр} = 2,871$ кВ, $t = 60$ с

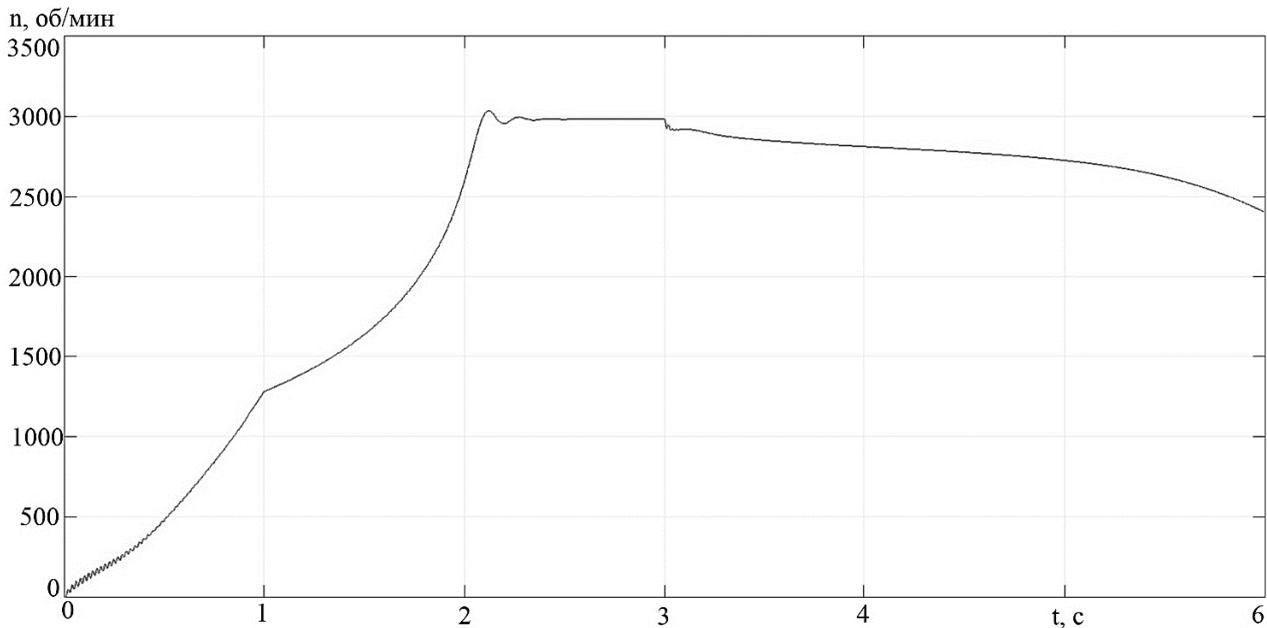


Рисунок 4 – Зависимость частоты вращения двигателя от времени моделирования $n = f(t)$, $U_{2\text{ист}} = 2,8 \text{ кВ}$, $t = 6 \text{ с}$

Список литературы

1. Белоусенко, И. В. Некоторые проблемы и возможности обеспечения устойчивости электротехнических систем современных нефтегазовых производств / И. В. Белоусенко, А. В. Егоров, А. А. Трифонов // *Промышленная энергетика*. – 2015. – № 10. – С. 17-24.
2. Гуревич, Ю. Е. Устойчивость нагрузки электрических систем / Ю. Е. Гуревич, Л. Е. Либова, Э. А. Хачатрян. – М. : Энергоиздат, 1981. – 208 с.
3. Черных, И. В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. – М. : ДМК Пресс; СПб. : Питер, 2008. – 288 с.
4. Методические указания по определению устойчивости энергосистем. Часть 2: РД 34.20.578: утв. Минэнерго СССР 24.03.77. – М. : СПО Союзтехэнерго, 1979.