

6. ГОСТ Р 50571.2-94 Электроустановки зданий. Ч. 3. Основные характеристики.
7. ГОСТ 29280-92 Совместимость технических средств электромагнитная. Испытания на помехоустойчивость. Общие положения.

Научный руководитель: В.В. Тимошкин, к.т.н., ассистент каф. ЭПЭО ЭНИН ТПУ.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА НА БАЗЕ СИСТЕМЫ ТРН - АД**

М.С. Карпов  
Томский политехнический университет,  
ЭНИН, ЭПЭО, группа 5АМ67

Самым дешевым и экологически безопасным способом транспортировки нефти являются нефтепроводы. Нефть в них движется со скоростью до 3 м/сек под воздействием разницы в давлении, создаваемой насосными станциями. Их устанавливают с интервалом в 70-150 километров в зависимости от рельефа трассы. На расстоянии в 10-30 километров в трубопроводах размещают задвижки, позволяющие перекрыть отдельные участки при аварии [1].

Для получения возможности удаленно пользоваться задвижками, целесообразно использовать электрический привод в конструкции запорной арматуры. Такое техническое решение позволяет значительно снизить трудозатраты по обслуживанию магистральных трубопроводов. При помощи электропривода можно использовать задвижку, находясь на значительном расстоянии от нее.

Целью данной работы является исследование динамических режимов системы тиристорный регулятор напряжения – асинхронный двигатель (ТРН-АД).

Регулирование напряжения на статоре не приводит к изменению скорости холостого хода  $\omega_0 = 2\pi f_1/p$  и не влияет на критическое значение скольжения  $s_k$ , но существенно изменяет критический момент  $M_k$ .

Как следует из формулы:

$$M_k = \frac{3U_\phi^2}{2\omega_0(R_1 \pm \sqrt{R_1^2 + X_k^2})}$$

уменьшение  $M_k$  происходит пропорционально квадрату снижения напряжения. В результате при  $U_{1пер} = var$  искусственные характеристики, построенные соответственно при напряжениях (1; 0,8; 0,6; 0,4) ·  $U_{1ном}$ , оказываются мало пригодными для регулирования скорости, так как по мере уменьшения напряжения резко снижаются критический момент и тем самым перегрузочная способность АД, а диапазон регулирования скорости очень мал [2].

С целью управления клиновой задвижкой, установленной на магистральном нефтепроводе, выбран электропривод ЭПЦ-15000. Были рассчитаны параметры схемы замещения АД и построены механические характеристики по выражению:

$$M(s) = \frac{3 \cdot U_{1\text{фн}}^2 \cdot R'_2}{\omega_0 \cdot s \cdot \left[ (X_{\text{кн}})^2 + \left( R_1 + \frac{R'_2}{s} \right)^2 + \left( \frac{R_1 \cdot R'_2}{s \cdot X_\mu} \right)^2 \right]}, s = 1 - \frac{\omega}{\omega_0}.$$

На рисунке 1 показаны механические характеристики электродвигателя. Видно, что критический момент АД уменьшается при уменьшении напряжения питания. При этом критическое скольжение и скорость идеального холостого хода остаются неизменными.

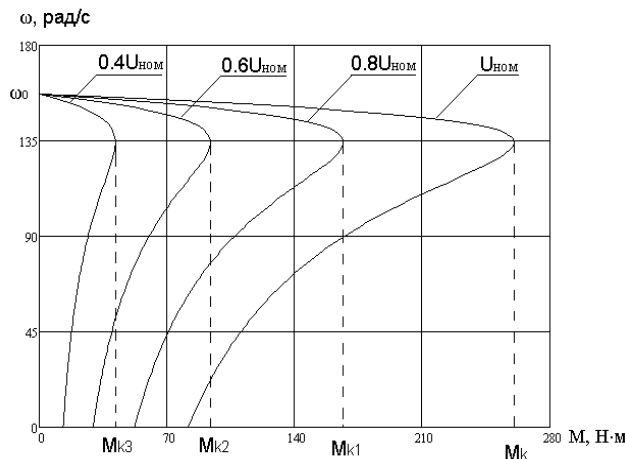


Рис. 1. Механические характеристики электродвигателя

В данной работе была построена модель АД в трехфазной системе координат. Математическое описание такой модели сложнее, чем мат. описание двухфазной машины. Но при исследовании динамических режимов наиболее подходящей моделью считается трехфазная [3].

На рисунке 2 приведена трехфазная модель системы ТРН-АД, построенная в среде MATLAB Simulink.

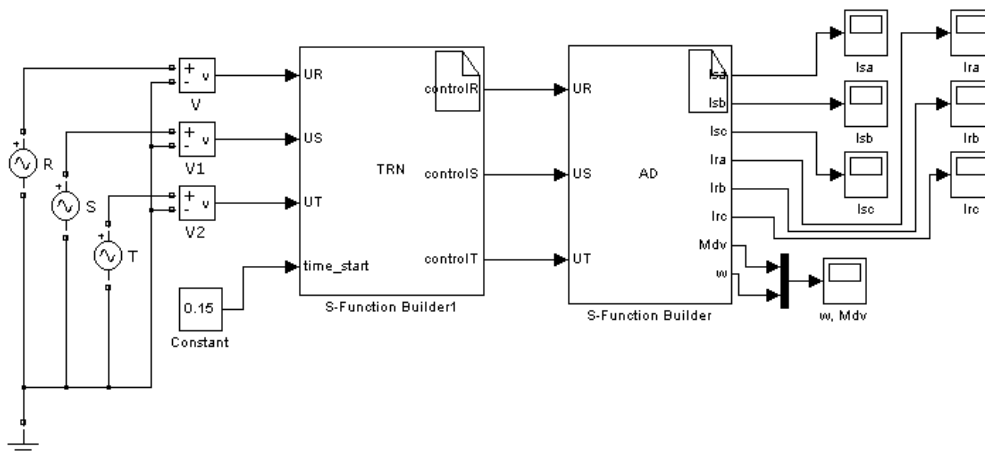


Рис. 2. Имитационная модель системы ТРН -АД

Необходимо найти закон изменения токов в каждой фазе статора и ротора, учитывая то, что токи в каждой фазе имеют влияние друг на друга. В конечном счете, необходимо будет выразить эти токи из результирующего дифференциального уравнения с матричными переменными:

$$[L_1] \cdot \frac{d[i]}{dt} = [U] - \left( [R] + [L_2] \cdot \frac{\omega}{\sqrt{3}} \right) \cdot [i]$$

Это уравнение необходимо привести к нормальной форме Коши и решить методом Эйлера.

На рисунке 3 показаны графики переходных процессов скорости, момента и тока двигателя при пуске под нагрузкой.

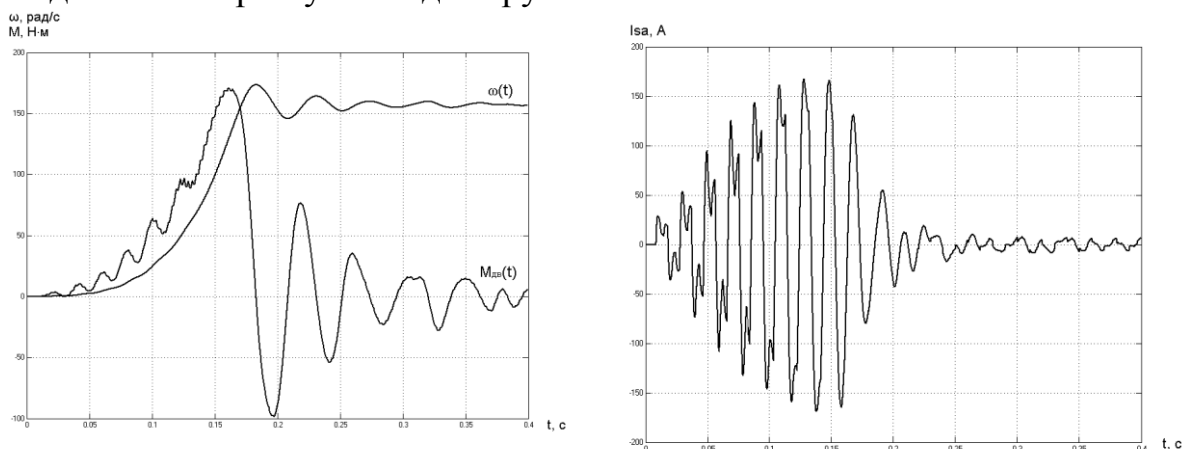


Рис. 3. Графики переходных процессов скорости, момента и тока АД

Динамическое торможение АД осуществляется путем подключения к двум любым обмоткам статора источника постоянного тока. При этом асинхронный двигатель сначала отключают от питания трехфазным переменным током, и только после этого подают постоянный ток.

На рисунке 5 показаны графики переходных процессов скорости вращения ротора и момента двигателя. При чем в момент времени  $t=0.5$  с происходит наброс нагрузки до значения  $0,46 \cdot M_H$ , а в момент времени  $t=0.8$  с начинается процесс динамического торможения. Угол управления, с которым происходит торможения двигателя, равен  $170^\circ$ .

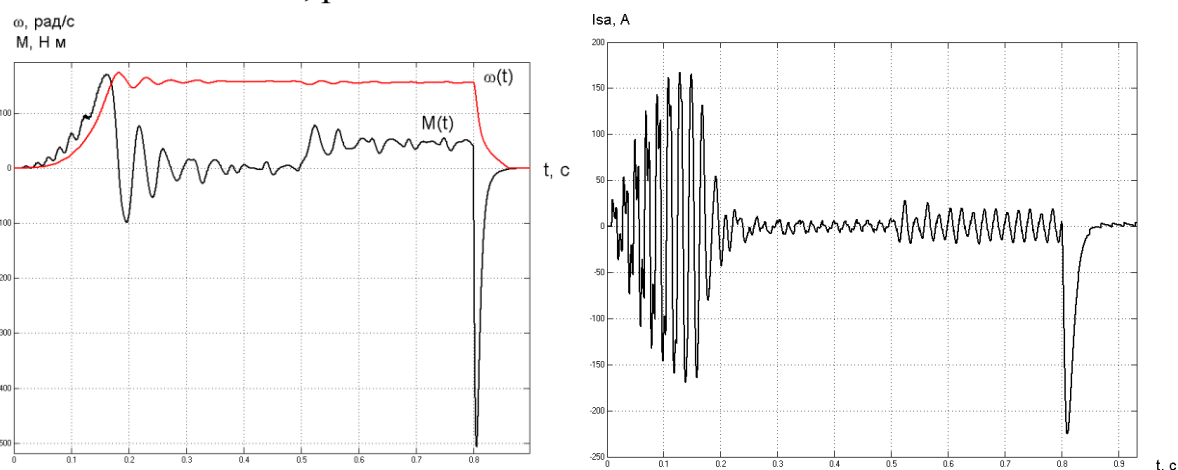


Рис. 4. Графики переходных процессов скорости, момента и тока при динамическом торможении

Как видно из полученных результатов, во время динамического торможения в фазах статора возникают большие токи ( $I_{s\alpha} = -255$  A). Следствием этого является большой тормозной момент, который позволяет затормозить ротор АД наиболее эффективно. В дальнейшей работе необходимо будет разработать алгоритм динамического торможения, который позволит ограничить ток при торможении и избежать ударов в механической части электропривода.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Строительные нормы и правила: СНиП 2.05.06-85\*. Магистральные трубопроводы. – введен 01.07.2013. - М.: Госстрой, ФАУ "ФЦС", 2013.
2. Москаленко В.В.. Электрический привод: Учеб. пособие для сред. проф. образования. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 368 с.
3. Однокопылов И.Г. Асинхронный электропривод механизма подъема крана мостового типа с повышенной безопасностью и живучестью: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук: спец. 05.09.03 / Томский политехнический университет. – Томск, 2008.
4. Однокопылов И.Г., Дементьев Ю.Н. Обеспечение живучести асинхронных электроприводов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2014. – Т. 14. – № 2. – С. 55-61.

Научный руководитель: И.Г. Однокопылов, к.т.н., доцент каф. ЭПЭО ЭНИН ТПУ.

### **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ УДАРОВ ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ**

А.Н. Федоров, А.О. Смирнов, И.Г. Однокопылов  
Томский политехнический университет  
ЭНИН, ЭПЭО

Современный автоматизированный электропривод любого производственного механизма является сложной системой, электрическая и механическая части которой находятся в постоянном взаимодействии. В общем случае электрическая часть привода содержит ряд накопителей и преобразователей энергии, объединенных электрическими и магнитными связями, а механическая часть имеет более или менее развитую инерционную многомассовую структуру с упругими механическими связями. Управляющие и возмущающие воздействия в такой системе вызывают переходные процессы, связанные с накоплением, отдачей энергии, а также с обменом энергией между ее элементами. Переходные процессы, возникающие в динамических режимах, определяют появление динамических нагрузок электропривода. Данная работа посвящена исследованию динамических режимов асинхронного электропривода запорной арматуры.

Современный электропривод арматуры представляет собой сложную электромеханическую систему, составными частями которой являются асинхронный двигатель, редуктор, система управления. Исследования в области электроприводов запорной арматуры является актуальной задачей на сего-