

## 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-

дняшний день, о чем говорит значительное количество научно-исследовательских работ, выполненных в этом направлении. Основной целью является повысить надежность и отказоустойчивость электропривода запорной арматуры.

В динамическом режиме при неравномерном набросе нагрузки возможно разрушение основных элементов запорной арматуры. Для этого необходимо вводить ограничения динамических нагрузок электропривода. Определение допустимых значений нагрузок является одной из наиболее общих и сложных задач, решаемых при проектировании автоматизированного электропривода запорной арматуры. Надежность, долговечность и производительность механизмов непосредственно зависят от надежности и динамических качеств системы электропривода. Поэтому изучение динамических свойств электропривода, анализ влияния его параметров на эти свойства имеют важное практическое значение [1].

Этот комплекс вопросов особенно важен для электроприводов реверсивных механизмов. Ограничения, накладываемые на электрические и механические параметры, всегда в той или иной степени снижают производительность таких механизмов. Максимальная производительность достижима только при условии эффективного использования допустимых токов, моментов, усилий и ускорений во всех переходных процессах. Так возникает необходимость формирования оптимальных переходных процессов электропривода, обеспечивающих при наложенных ограничениях максимум производительности механизма [2].

Важным условием в процессе функционирования электропривода является соответствие заданным критериям и показателям качества. При анализе работы запорной арматуры, процессов, протекающих в динамических режимах (пуск, реверс, наброс нагрузки, торможение) необходимо управление выходными координатами, такими, как скорость и момент, развиваемый приводом [3]. С этой целью необходимо выбрать подходящую структуру системы управления. Одной из таких является структура систем подчиненного регулирования параметров электропривода, в частности система векторного управления, ориентированная по вектору потокосцепления ротора [4].

Так как по трубопроводам могут транспортироваться различного рода жидкости, в том числе и взрывоопасные, то необходимо, чтобы электропривод выполнялся во взрывобезопасном исполнении. В данной работе исследования проводились на электроприводе «Гусар», который удовлетворяет перечню технических требований. Электропривод с электронной системой управления предназначен для многофункционального управления трубопроводной арматурой и используется в нефтяной, газовой, нефтехимической и других отраслях промышленности.

На рис. 1 представлена структурная схема электропривода «Гусар», на которой представлены основные функциональные элементы.

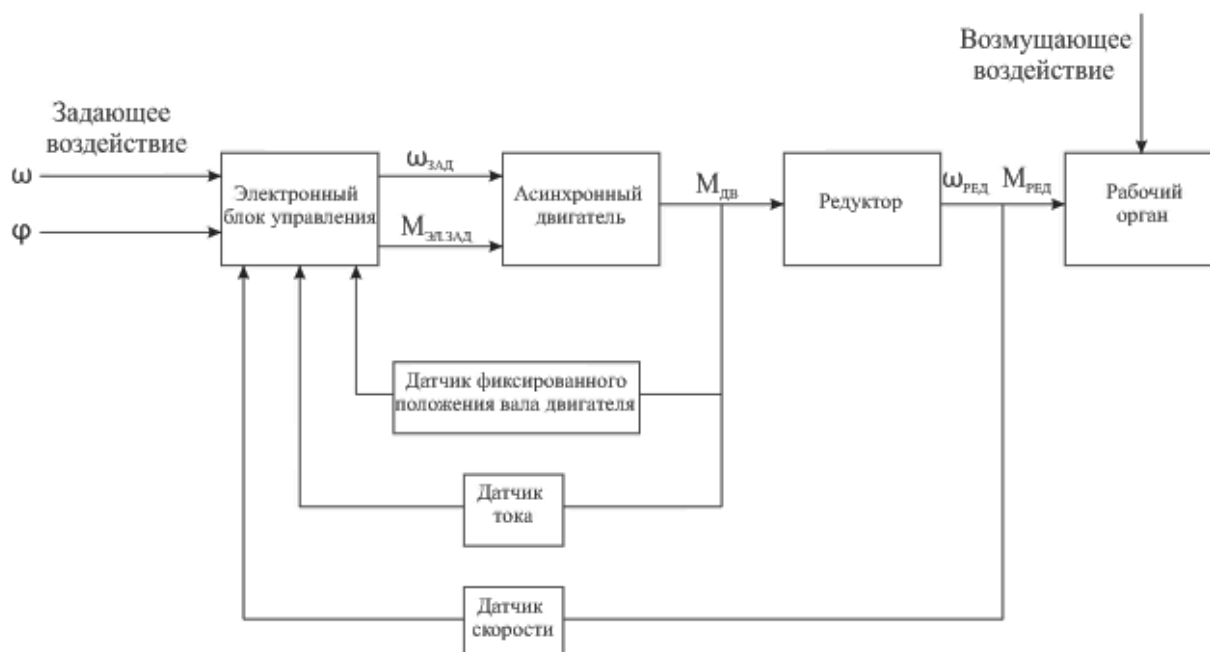


Рис. 1. Структурная схема электропривода

На вход системы в электронный блок управления подается управляющее воздействие в виде задания на скорость (кривая разгона), задания на угол поворота (задается в каждом отдельном случае при настройке электропривода). В зависимости от управляющих и возмущающих воздействий электронный блок управления формирует сигнал задания на скорость и электромагнитный момент. Система является замкнутой по возмущению с использованием датчиков тока и скорости.

Для исследования динамических режимов разработана имитационная модель частотно-регулируемого электропривода запорной арматуры в среде Matlab. Асинхронный двигатель представлен имитационной моделью в двухфазной системе координат. Имитационная модель волнового редуктора представлена звеном с передаточным коэффициентом, а также учтена кривая потерь (зависимость момента редуктора от момента двигателя) [5]. Проведен синтез векторной системы управления асинхронным двигателем.

Для проведения экспериментальных исследований использовался экспериментальный стенд, который содержит электропривод ГУСАР и нагрузочный стенд с тормозными колодками и датчиком усилия для измерения момента на выходе редуктора.

В данной работе предлагается использовать датчик интенсивности для задания момента электропривода. Результаты отображены на рис. 2, на котором представлены графики переходных процессов частотно-регулируемого электропривода запорной арматуры при пуске, набросе нагрузки и торможении.

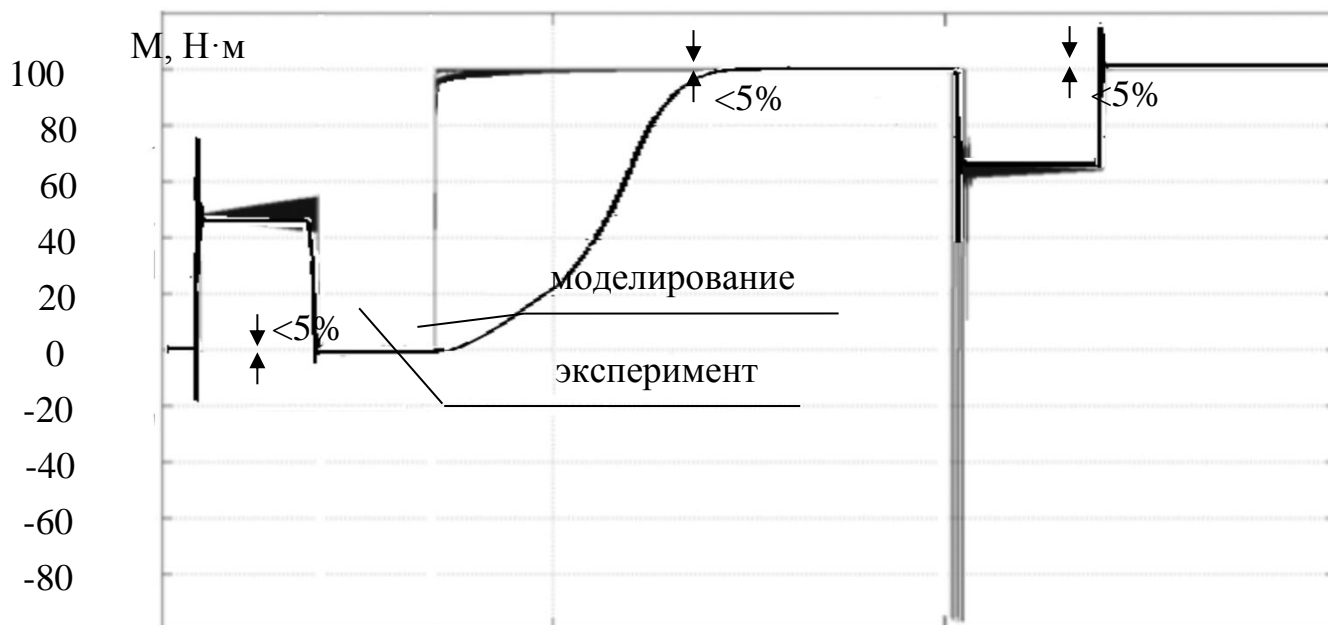


Рис. 2. Переходные процессы частотно-регулируемого электропривода запорной арматуры

Применение задачника интенсивности момента позволит при пуске плавно сорвать выходной клапан с места, что соответственно продлит срок эксплуатации механической части, особенно при низких температурах. Основные выводы по работе.

1. Расхождение экспериментальных данных и данных, полученных с помощью имитационной модели, не превышает 5 %, значит, результаты являются адекватными и пригодны для работы в дальнейших исследованиях.

2. Кривые задания на скорость и момент позволяют избежать таких явлений как гидродинамический удар в процессе открытия/закрытия арматуры, снижают колебания момента электропривода при торможении более чем в 2 раза, дают возможность предотвратить повреждение конструкции запорной арматуры при резком срыве после длительных простаиваний.

3. Корректировка участка торможения кривой задания скорости позволила снизить колебания момента электропривода в процессе торможения, что также положительно сказывается на динамике всего электропривода в целом.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Ключев В.И. Ограничение динамических нагрузок электропривода, М., «Энергия», 1971. – 320 с.
2. Гошко А.И. Арматура промышленная общего и специального назначения. Справочник – М.: Мелго, 2007 г.
3. Баляев Н.Г., Однокопылов И.Г. Исследования работы асинхронного электропривода механизма подъема мостового крана // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2013. № 1. С. 300-304.

4. Однокопылов И.Г., Однокопылов Г.И., Центнер Й., Дементьев Ю.Н., Образцов К.В. Живучесть асинхронных электроприводов вращательного и поступательного движения // Электричество. – 2012. – № 6. – С. 46а-51.
5. Букреев В.Г., Хохряков Б.Г., Смирнов А.О. Повышение работоспособности асинхронного электропривода с волновым редуктором при низких температурах окружающей среды // Известия вузов. Электромеханика / Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт) (ЮРГТУ (НПИ)). – 2013. – № 4. – С. 27-31.

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

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХЗОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОСТОЯННОГО ТОКА**

А.В. Брусов  
Томский политехнический университет  
ЭНИН, ЭПЭО, группа 5АМ67

Двухзонное регулирование скорости электропривода применяется в производственных механизмах, у которых работа на скорости выше номинальной происходит с малым моментом сопротивления на валу и наоборот, на низкой скорости необходимо наиболее высокое (номинальное) значение момента [1]. Электропривод с двухзонным регулированием обеспечивает регулирование скорости ниже номинальной скорости (первая зона) посредством изменения напряжения на якоре при номинальном потоке возбуждения, а регулирование выше номинальной – путем изменения магнитного потока (вторая зона) при неизменном напряжении на якоре [2]. Область применения двухзонного электропривода постоянного тока: машиностроение, металлургия, стройиндустрия, целлюлозно-бумажная, горная, нефтяная и другие отрасли промышленности. Структурная схема системы подчиненного регулирования двухзонного электропривода представлена на рисунке 1 [3].