

Г.И.Гульков // Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. Энергетика. – 2017. №1. – С. 41 – 53.

2. Опейко О.Ф. Синтез регулятора тока системы векторного управления асинхронным электродвигателем / Вестник КрНУ имени Михайла Остроградського. Выпуск 1/2014. – С. 33-49.

УДК 62-83

## **ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ТРАКТОРА С ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИЕЙ**

**Жарко Д.Н.**

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь.

Приоритетным направлением развития электроприводов является развитие тягового электропривода транспортных средств: электробусы, электромобили, трактора и т.д. К примерам колесных тракторов с тяговым электроприводом можно отнести трактор «Беларус 3023», который разработан на ОАО «МТЗ» и «Кировец-455», разработанный на ОАО «Кировский завод» (РФ). Привод таких тракторов имеет электромеханическую трансмиссию. В электромеханической трансмиссии вместо сцепления и коробки передач устанавливается генератор и тяговый двигатель. Таким образом, основными элементами электрической трансмиссии является дизельный двигатель, генератор, блок силовой электроники, который включает в себя неуправляемый трехфазный выпрямитель и автономный инвертор напряжения, и тяговый асинхронный двигатель [1]. Для системы управления тяговым двигателем применяется векторное управление, которое позволяет получить высокие динамические характеристики и реализовать требования, предъявляемые к системам тягового электропривода [2].

Основным требованием к системе управления тяговым электроприводом трактора является стабилизация мощности, потребляемой от дизельного двигателя, основанная на использовании обратной связи по мощности [3].

Система стабилизации мощности, построенная на основании векторного управления, состоит из 2 каналов регулирования: канала потока и канал мощности. В канале потока имеется два контура: внутренний контур управления током намагничивания и внешний контур управления потокосцеплением. В канале мощности имеется 3 контура: внутренний – контур управления образующей момент составляющей тока, контур скорости и контур мощности. Для контура мощности обратную связь можно сформировать двумя вариантами: 1) нахождение мощности

через напряжение и ток звена постоянного тока преобразователя; 2) измерение мощности через угловую скорость двигателя и момент. Полученные мощности будут отличаться друг от друга на величину потерь, зависящую от КПД.

Целью имитационного моделирования системы стабилизации мощности трактора «Беларус 3023» является анализ динамических режимов при использовании второго способа, поскольку при векторном управлении система обычно содержит датчики как тока, так и скорости. Упрощенная модель системы управления электропривода представлена на рисунке 1.

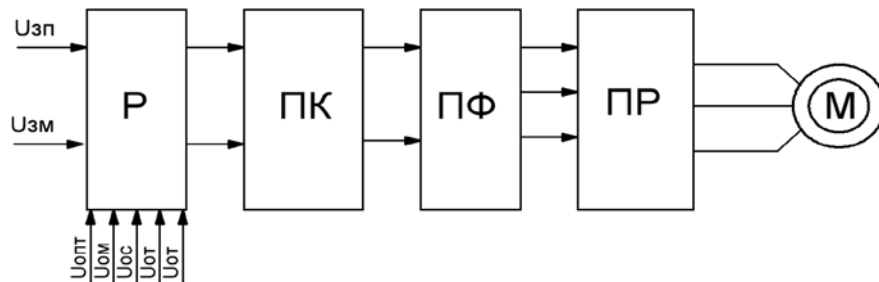


Рисунок 1 – Упрощенная модель системы управления электропривода

На рисунке 1: Р – регуляторы, ПК, ПФ – преобразователи координат и фаз; ПР – преобразователь электрической энергии; М – тяговый асинхронный двигатель; Uзп, Uзм - сигналы задания потока и мощности соответственно; Uопт, Uом, Uос, Uот - сигналы обратных связей по потоку, мощности, скорости и току соответственно.

Результаты имитационного моделирования для электропривода трактора «Беларус 3023», представлены на рисунке 2 для номинальной скорости при набросе нагрузки.

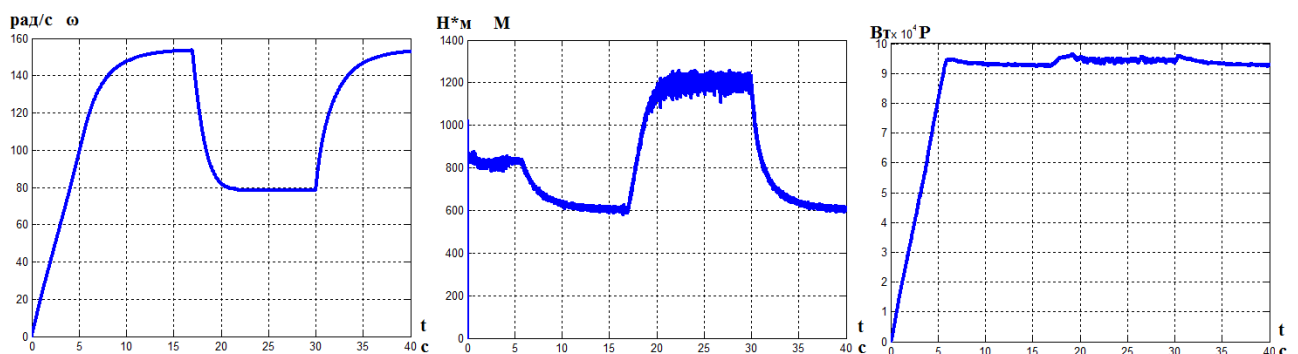


Рисунок 2 – Результаты моделирования

Результаты имитационного моделирования показывают, что мощность, потребляемая от дизеля, стабильна при возмущении.

1 Амельченко П.А, Жуковский И.Н., Стасилевич А.Г., Ключников А.В. Жуковский А.И. Электрическая тяга и электроотбор

мощности сельскохозяйственного трактора// Трактора и сельхозмашины. – 2014. – № 9. – С. 1-10

2 Фираго Б.И. Векторные системы управления электроприводами: Учеб. пособие / Б. И. Фираго, Д. С. Васильев. - Мн.: Вышэйшая школа, 2016.

3 Куропаткин П.В. Оптимальные и адаптивные системы: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 1980. – 287с.

УДК 621.81:744:005.591.7:004

## **РЕВЕРСИВНЫЙ ИНЖИНИРИНГ (ОБРАТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ) ДЕТАЛЕЙ И СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ ДОРОЖНЫХ, СТРОИТЕЛЬНЫХ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН**

**Хилько И.И.<sup>1</sup>, Гарост М.М.<sup>2</sup>**

- 1) УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»  
Минск, Республика Беларусь;
- 2) Белорусский национальный технический университет  
Минск, Республика Беларусь.

Рабочие органы многих дорожных и строительных машин (экскаваторов, бульдозеров, погрузчиков, для ремонта автодорожных покрытий, распределителей противогололедных материалов и др.), сельскохозяйственных машин ((плугов, культиваторов, дисковых борон, сеялок, разбрасывателей минеральных удобрений и др.) работают в абразивной, коррозионных средах. По этим причинам рабочие органы таких машин из-за интенсивного изнашивания имеют небольшой срок службы. Для сведения к минимуму простоя высокопроизводительных машин необходимо на быстроизнашивающиеся детали иметь рабочие чертежи, особенно это актуально для техники импортного производства. Такая задача успешно решается за счет применения обратного инжиниринга.

Нами предприняты определенные действия по совместной работе с СЗАО «МСП Технолоджи Центр» (Республика Беларусь), направленные на выявление возможностей современных технологий в области цифрового производства опытных образцов и малых серий для сокращения сроков подготовки серийного производства.

Как следует из накопленного опыта обратное проектирование должно включать следующие стадии:

1) получение файла данных о поверхностях оцифрованного объекта (детали, сборочной единице) для их воспроизведения и разработки технологической оснастки в САД системах (Компас, Pro/Engineer, SolidWorks, Unigraphics, NX и др.);

2) выявление «неточностей» в моделях и оснастке, передача их в САД систему;