Рисунок 2. Структурная схема СРМНВ в программе SimInTech

Рисунок 3. Переходный процесс СРМНВ по скорости

В качестве регулятора контура скорости возможно использовать как П-канал, так и ПИ-канал, для точного поддержания скорости. Как видно из переходного процесса по контуру скорости, в момент наброса нагрузки кратной двум номиналам, система остается устойчивой.

Резюмируя полученные в ходе испытаний результаты, синхронная реактивная машина независимого возбуждения отлично справляется с поставленными задачами, показывая устойчивую работу во всех диапазонах. Полученные данные рекомендуется использовать при изучении дисциплин «Теория электропривода» и «Системы управления электроприводов».

1. Энергосбережение в электроприводе: монография / Ю.С. Усынин, М.А. Григорьев, А.Н. Шишков, С.М. Бутаков; под ред. Ю.С. Усынина. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2011. – 104с.
2. Усынин Ю.С. Многосвязные системы управления электроприводов с синхронной реактивной машиной независимого возбуждения // Электротехника. – 2014. №10. – С.49-53.
3. Усынин Ю.С. Электроприводы и генераторы с синхронной реактивной машиной независимого возбуждения / Ю.С. Усынин, М.А. Григорьев, К.М. Виноградов // Электричество. – 2007. №3. – С.21-26.
4. <https://simintech.ru/>

Максимов Н.М., Головань И.Н., Корнякова О.Ю.
Моделирование пуска ДВС от накопителя кинетической энергии

*Южно-Уральский государственный университет
 (Россия, Челябинск)*

doi: 10.18411/trnio-12-2021-148

Аннотация

В статье затрагивается проблема затрудненного запуска двигателя внутреннего сгорания (ДВС) в условиях крайнего севера. Для решения данного вопроса предложена система с интегрированным накопителем кинетической энергии, в роли которого выступает маховик. В программе SimInTech построена структурная схема двигателя постоянного тока с интегрированным накопителем кинетической энергии. Проведены исследования пуска ДВС

с использованием кинетической энергии и без. Проведены соответствующие выводы по полученным данным.

Ключевые слова: кинетическая энергия, маховик, двигатель постоянного тока, пуск ДВС, SimInTech.

Abstract

The article touches upon the problem of difficult starting of an internal combustion engine (ICE) in the Far North. To solve this problem, a system with an integrated storage of kinetic energy, which is played by a flywheel, is proposed. A block diagram of a DC motor with an integrated storage of kinetic energy is built in the SimInTech program. Research has been carried out to start the internal combustion engine with the use of kinetic energy and without. The corresponding conclusions are drawn from the obtained data.

Keywords: kinetic energy, flywheel, DC motor, ICE starting, SimInTech.

В связи с активным освоением Арктики и Крайнего Севера все чаще встает вопрос эксплуатации промышленных транспортных средств средней мощности (тракторы, самосвалы и пр.). Основной проблемой является запуск приведенных транспортных средств в условиях низких температур [1]. С уменьшением температуры окружающей среды происходит увеличение вязкости дизельного топлива, что приводит к значительному увеличению сопротивления прокручивания коленчатого вала с чем стартерный пуск двигателя внутреннего сгорания (ДВС) не может справиться [2].

Известно, что для увеличения момента прокручивания коленчатого вала используется система пуска ДВС с интегрированным накопителем кинетической энергии (маховик) [3]. Его главными задачами является накопление и отдача кинетической энергии для запуска ДВС в тяжелых условиях и сглаживание пульсаций крутящего момента, передача крутящего момента с электрического стартера во время пуска. Маховик крепится на вал коленчатого вала ДВС и располагается между двигателем и коробкой передач автомобиля.

Таким образом, при проектировании ДВС важную роль играет маховик, для упрощения оценки параметров маховика, в данной статье стоит задача синтеза математической модели с интегрированным маховиком.

Нами была разработана математическая модель в программном пакете SimInTech [4], позволяющая провести оценку возможности пуска ДВС от накопителя кинетической энергии (рис 1).

Рисунок 1. Структурная схема двигателя постоянного тока с накопителем кинетической энергии

Полученная модель позволяет построить графики переходного процесса пуска ДВС (рис. 2). Из графиков видно, как в процессе пуска маховик отдает кинетическую энергию и тем самым увеличивает развиваемый крутящий момент пускового устройства, что позволяет осуществить пуск ДВС в тяжелых эксплуатационных условиях.

Рисунок 2. Переходные процессы скорости, дин. момента и тока якоря с накоплением кинетической энергии

Рисунок 3. Переходные процессы скорости, дин. момента и тока якоря без накоплением кинетической энергии

Из полученных переходных процессов видно, что предварительно накопленная энергия маховика облегчает пуск ДВС. Без накопления энергии маховиком (рис.3) при набросе нагрузки, скорость электродвигателя опускается до нуля, и в обмотке якоря наблюдается значительный бросок тока. В случае когда маховик накапливает энергию, при набросе нагрузки на вал электродвигателя наблюдается падение скорости, но она не опускается до нуля. Так же необходимо отметить отсутствие броска тока в якорной цепи электродвигателя, что благоприятно сказывается на его работе. Также необходимо отметить, что в случае с накоплением кинетической энергии маховиком, динамический момент, действующий на вал электродвигателя, меньше почти в два раза.

В результате проведенные исследования использования маховика показывают работоспособность и эффективность данного метода. Кинетической энергии, накопленной маховиком, достаточно чтобы преодолеть большой пусковой момент ДВС, что актуально при работе промышленный транспортных средств в условиях крайнего севера. Полученные знания необходимо использовать в проектировании стартерных пусковых устройств с интегрированным кинетическим накопителем.

1. Чижков Ю.П. Электрооборудование автомобилей и тракторов: учебник / Ю.П. Чижков. М.: Машиностроение, 2007. – 656 с.
2. Квайт С.М. Пусковые качества и система пуска автотракторных двигателей / Квайт С.М., Менделевич Я.А., Чижков Ю.П. М.: Машиностроение, 1990. – 256 с
3. Пат. 2711067 Российская Федерация. Стартер-генератор с дифференциальным электроприводом и способ управления стартер-генератором / Ю.С. Усынин, А.Н. Шишков, Е.В. Белоусов, Н.В. Савостеенко, М.М. Дудкин, А.Е. Бычков, А.Н. Горожанкин, Т.А. Функ, Д.А. Сычев, А.С. Желтов, С.А. Чупин; заявитель и патентообладатель Юж.-Урал. гос. ун-т. – № 2019107107; заявл. 12.03.2019; опубл. 15.01.2020, Бюл. №2. – 17 с.: ил.
4. <https://simintech.ru/>