ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО СТЕНДА НАГРУЖЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА

دراسة تشغيل منصة توفير الطاقة لتحميل محركات التيار المستمر

Мельников Дмитрий Юрьевич
ديمتري يوريفيتش ميلنيكوف
Студент УО «ГГТУ им. П. О. Сухого»
طالب بجامعة سخوي الحكومية التقنية

Науч. Рук. الشرف العلمي
Погуляев Михаил Никифорович
ميخائيل نيكيفوروفيتش بوجولايف
к.т.н., доцент каф.«Автоматизированный электропривод» ГГТУ им. П.О. Сухого
استاذ مشارك بقسم القيادة الكهربائية الآلية بجامعة سخوي الحكومية التقنية

Аннотация: *Предст авлена элект рическая схема и компьют ерная модель ст енда нагруж ения двигат елей пост оянного т ока по мет оду взаимной нагрузки. Приведены результ ат ы исследований двигат елей пост оянного т ока ПЛ-062 на имит ационной модели ст енда.*

Ключевые слова: *двигат ель пост оянного т ока, ст енд, имит ационная модель, управляемый выпрямит ель, т ирист орный регулят ор*

الخلاصة : يتم عرض دائرة كهربائية ونموذج حاسوبي لحامل تحميل محركات التيار المستمر باستخدام طريقة التحميل المتبادل. يتم عرض نتائج دراسات محركات التيار المستمر PL-062 على نموذج منضدة المحاكاة.

الكلمات المفتاحية : محرك تيار مستمر، مقعد، نموذج محاكاة، مقوم متحكم فيه، منظم الثايرستور

Введение

В настоящее время при испытаниях двигателей постоянного тока под нагрузкой широко применяется энергосберегающие стенды [1], построенные по методу взаимной нагрузки. Проведение исследований работы различных электромеханических систем, не создавая физической модели, наиболее удобно проводить на имитационных моделях [2].

Целью работы является создание имитационной модели стенда нагружения электродвигателей постоянного тока. С её помощью, еще на этапе подготовке к натурным испытаниям, можно будет произвести анализ рабочих и аварийных режимов стенда, определить параметры силовых элементов, аппаратуры управления и защиты, получить необходимые электромеханические характеристики.

Результаты и обсуждение

Метод взаимной нагрузки основан на свойстве обратимости электрических машин. Вал испытываемого двигателя постоянного тока M_1 с независимым возбуждением механически соединяется валом с аналогичного рабочего двигателя M_2 (рис.1). При этом якорные цепи этих двигателей соединяются параллельно с общим регулируемым выпрямителем UZ_1, а обмотки возбуждения двигателей подключаются к независимым регуляторам напряжения UZ_2, UZ_3, позволяющим управлять магнитным потоком возбуждения на каждом из двигателей независимо друг от друга. Такое решение дает возможность управлять режимами работы двигателей, вводить их в двигательный или генераторный режим. Основной поток энергии во время испытаний циркулирует между якорными цепями двигателей. КПД двигателей средней и большой мощности может достигать 90%. В этом случае, полезно будет использоваться около 80% энергии и 20% теряется в якорных цепях двигателей. Для компенсации этих потерь и служит регулятор напряжения UZ_1, общий для двух якорных обмоток.

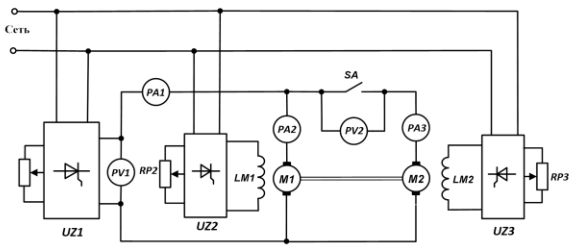


Рис. 1. Элект рическая схема энергосберегающего ст енда нагруж ения двигат елей пост оянного т ока

Для анализа работы стенда в программной среде Matlab и его приложений Simulink и SimPowerSystems нами была разработана его имитационной модель, представленная в докладе. При её создании использовались как стандартные блоки библиотек пакетов расширения SimPowerSystems и Simulink – двигатели постоянного тока M_1, M_2, полупроводниковые преобразователи UZ_1-UZ_3, измерительные элементы, так и специально разработанные задающие и регулирующие блоки. Изменением напряжения управления на входах преобразователей UZ_1-UZ_3 можно задавать токи возбуждения и напряжения на якорях двигателей M_1, M_2. Разработанная модель позволяет задавать различные режимы работы устройства и алгоритмы управления, получать значения различных параметров, производить визуализацию результатов.

С помощью имитационной модели было проведено численное моделирование работы стенда нагружения двигателей постоянного тока ПЛ-062. Были получены как численные значения напряжений, токов и мощностей в различных элементах схемы. Для примера, на рисунке 2, представлены кривые изменения во времени некоторых параметров при пуске нагружаемого двигателя M_1.

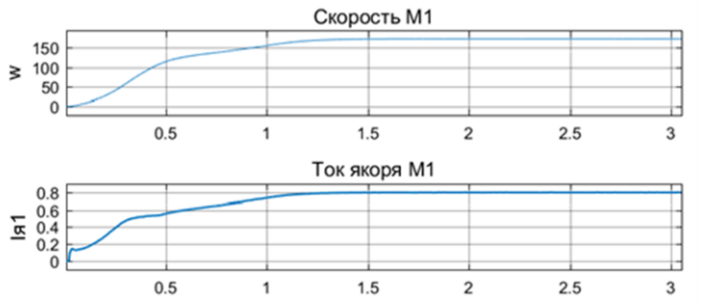


Рис. 2. Диаграммы скорости и тока нагружаемого двигателя M1 при пуске

Выводы

Создана имитационная модель, позволяющая детально производить анализ статических и динамических процессов, протекающих в различных блоках стенда. Верификация модели была проведена на стенде для испытания машин постоянного тока ПЛ-062 в лаборатории кафедры «Автоматизированный электропривод» УО «ГГТУ им. П.О. Сухого». Различие результатов моделирования и экспериментальных испытаний двигателей не превышает 4 - 5%, что подтверждает адекватность представленной модели.

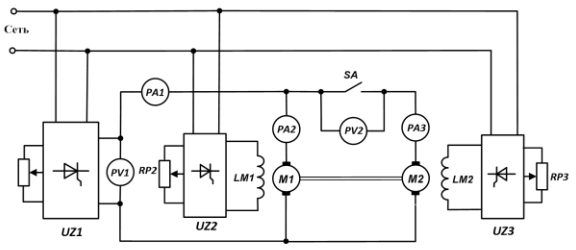
المقدمة

في الوقت الحاضر، عند اختبار محركات التيار المستمر تحت الحمل، تُستخدم على نطاق واسع مقاعد الاختبار الموفرة للطاقة [1] المبنية وفقًا لطريقة التحميل المتبادل. إن إجراء دراسات لتشغيل الأنظمة الكهروميكانيكية المختلفة، دون إنشاء نموذج فيزيائي، هو الأكثر ملاءمة لإجراء الدراسات على نماذج المحاكاة [2].

الغرض من العمل هو إنشاء نموذج محاكاة لمقعد التحميل لمحركات التيار المستمر. بمساعدته، حتى في مرحلة التحضير للاختبارات على نطاق واسع، سيكون من الممكن تحليل أوضاع التشغيل والطوارئ للحامل، وتحديد معلمات عناصر الطاقة ومعدات التحكم والحماية، والحصول على الخصائص الكهروميكانيكية اللازمة.

النتائج والمناقشة

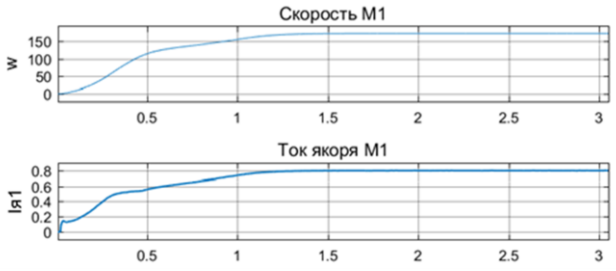
تعتمد طريقة التحميل المتبادل على خاصية قابلية انعكاس الآلات الكهربائية. يتم توصيل عمود محرك التيار المستمر المختبر M_1 ذو الإثارة المستقلة ميكانيكيًا بعمود محرك عامل مماثل M_2 (الشكل 1). في هذه الحالة، يتم توصيل دوائر حديد التسليح لهذه المحركات بالتوازي مع مقوم مشترك قابل للتعديل UZ_1، ويتم توصيل اللفات الميدانية للمحركات بمنظمات جهد مستقلة UZ2، UZ_3، مما يسمح بالتحكم في التدفق المغناطيسي للإثارة على كل من المحركات بشكل مستقل عن بعضها البعض. هذا الحل يجعل من الممكن التحكم في أوضاع تشغيل المحركات، لوضعها في وضع المحرك أو المولد. يدور تدفق الطاقة الرئيسي أثناء الاختبارات بين دوائر التثبيت للمحركات. يمكن أن تصل كفاءة المحركات متوسطة وعالية الطاقة إلى 90%. في هذه الحالة، يتم استخدام حوالي 80 في المائة من الطاقة وفقدان 20 في المائة من الطاقة في دوائر التثبيت للمحركات. يتم استخدام منظم الجهد UZ_1، الشائع في لفتي المرساة، لتعويض هذه الخسائر.



الشكل 1. المخطط الكهربائي لمقعد تحميل محرك التيار المستمر الموفر للطاقة

لتحليل تشغيل الحامل في بيئة برمجيات Matlab وتطبيقاتها Simulink وSimPowerSystems، قمنا بتطوير نموذج المحاكاة الخاص به المعروض في التقرير. أثناء إنشائه استخدمنا كلاً من الكتل القياسية من SimPowerSystemsومكتبات حزم تمديد - Simulink محركات التيار المستمر M_1 و M_2 ومحولات أشباه الموصلات UZ_1-UZ_3 وعناصر القياس وكتل الإعداد والتنظيم المطورة خصيصًا. من خلال تغيير جهد التحكم في مدخلات محولاتUZ_1-UZ_3 ، يمكن ضبط تيارات الإثارة وفولتية المحركات M1 و M2 عن طريق تغيير جهد التحكم في مدخلات محولات UZ_1-UZ_3. يسمح النموذج المطور بضبط أوضاع التشغيل المختلفة للجهاز وخوارزميات التحكم، والحصول على قيم المعلمات المختلفة، وتصور النتائج .

بمساعدة نموذج المحاكاة تم إجراء النمذجة العددية لتشغيل مقعد تحميل محرك التيار المستمر PL-062 بمساعدة نموذج المحاكاة. تم الحصول على كل من القيم العددية للجهود والتيارات والقوى في عناصر الدائرة المختلفة. على سبيل المثال، في الشكل 2، تُعرض في الشكل 2 منحنيات التغير في زمن بعض المعلمات عند بدء تشغيل المحرك المحمل M_1.



الشكل 2. مخططات السرعة والتيار للمحرك المحمل M1 عند بدء التشغيل

الخاتمة

تم إنشاء نموذج محاكاة، والذي يسمح بتحليل العمليات الثابتة والديناميكية التي تحدث في مختلف كتل الحامل بالتفصيل. تم إجراء التحقق من النموذج على الحامل لاختبار ماكينات التيار المستمر PL-062 في مختبر قسم المحركات الكهربائية الآلية في جامعة سوخوي التقنية الحكومية ولم يتجاوز الفرق بين نتائج النمذجة واختبارات المحركات التجريبية 4 - 5%، مما يؤكد كفاية النموذج المقدم.

References المراجع والمصادر

1. Погуляев М.Н. Энергосберегающее устройство нагружения резервных электрогенераторов на основе статических преобразователей / М. Н. Погуляев // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого.– 2022. – № 3 (90). – С. 96-103.
2. Simulation model of an asynchronous machine with wound rotor in matlab simulink / M. Pohulayev [et al.] // SUSE-2021 : E3S Web of Conterences, Kazan, 18–20 Feb. 2021 / Kazan Feteral University. – Kazan, 2021. – Vol. 288. – P. 0110.