

2.4.5 Энергетические системы и комплексы (технические науки)

ВРАЩАЮЩИЙСЯ МАШИННЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

С.В. ОСЬКИН, д-р техн. наук, заведующий кафедрой
kgauem@yandex.ru

S.V. OSKIN, Dr. Sci. (Tech.), Head of Department

Н.С. БАРАКИН, канд. техн. наук, доцент

N.S. BARAKIN, Cand. Sci. (Tech.), Associate Professor

А.А. КОШЕВАРОВ, аспирант

A.A. KOSHEVAROV, graduate student

А.С. ОСЬКИН, канд. техн. наук

A.S. Oskin, Cand. Sci. (Tech.)

*Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, Российская Федерация, Краснодар
Kuban State Agrarian University named I.T. Trubilin, Russian Federation, Krasnodar*

Аннотация: *Ключевые преимущества применения БПЛА (беспилотных летательных аппаратов) – это повышение безопасности персонала (за счет минимизации высотных и опасных работ), значительная экономия времени и ресурсов, получение данных исключительной детализации, доступ к самым трудным участкам сетей и возможность раннего предотвращения аварий благодаря предиктивной диагностике. Существенной проблемой ограничивающая применение БПЛА является необходимость в автономном источнике питания для заряда аккумуляторных батарей. Сочетание минимального веса и габаритов, высокой эффективности, надежности, совместимости с высокооборотными двигателями делает перспективным разработку вращающегося машинного преобразователя с генератором с постоянными магнитами для обеспечения зарядки аккумуляторных батарей современных БПЛА. Разработана имитационная модель (ИМ) вращающегося машинного преобразователя (ВМП) в среде SimInTech. Моделирование основано на системах уравнений блоков SimInTech. Экспериментальные исследования проведены на физическом стенде. Подтверждено, что выходное напряжение синхронного генератора с постоянными магнитами (СГПМ) линейно снижается с ростом нагрузки при постоянных оборотах. Выявлены значительные пульсации тока синхронного двигателя с постоянными магнитами (СДПМ) и частоты вращения (2 Гц) из-за малого момента инерции и ШИМ-управления. Зафиксированы длительные (3-4 с) переходные процессы при изменении задания скорости, обусловленные алгоритмом регулятора. Использование СГПМ в составе ВМП для зарядки аккумуляторной батареи (АКБ) БПЛА перспективно благодаря высоким удельными показателям и надежности. Разработанная ИМ адекватно отражает поведение системы, что подтверждено экспериментально.*

Ключевые слова: *беспилотный летательный аппарат, вращающийся машинный преобразователь, аккумуляторная батарея*

Список источников

1. Баракин, Н. С. Моделирование ветроэнергетической установки в программе SimInTech / Н. С. Баракин, С. В. Оськин, Д. А. Овсянников, Д. А. Таранов // Сельский механизатор. – 2023. – № 5. – С. 35-37. – DOI 10.47336/0131-7393-2023-5-35-36-37.
2. Баракин, Н. С. Имитационное моделирование цепи переменного тока / Н. С. Баракин, А. А. Кумейко, А. М. Караджиян // Политематический сетевой электронный

научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2025. – № 208. – С. 357-364.

3. Гаврилов, Р. С. Управление синхронными машинами с постоянными магнитами: учебное пособие / Р. С. Гаврилов, Ю. Н. Мустафаев; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2019. – 78 с.

4. Калачев, Ю. Н. Моделирование в электроприводе. – М.: ДМКПресс, 2021. – 106 с. ил.

5. Оськин, С. В. Исследование характеристик БПЛА самолетного типа при мониторинге сельскохозяйственных земель / С. В. Оськин, Д. С. Цокур, Е. В. Бондарчук, А. С. Оськин // Сельский механизатор. – 2025. – № 5. – С. 15-17.

6. Усольцев, А. А. Электрический привод: учебное пособие / А. А. Усольцев. – СПб: НИУ ИТМО. – 2012. – 238 с.

ROTATING MACHINE CONVERTER

Abstract. *The key advantages of using UAVs (unmanned aerial vehicles) are increased safety of personnel (by minimizing high-altitude and dangerous work), significant savings in time and resources, obtaining data of exceptional detail, access to the most difficult sections of networks and the possibility of early prevention of accidents through predictive diagnostics. A significant problem limiting the use of UAVs is the need for an autonomous power source to charge the batteries. The combination of minimal weight and dimensions, high efficiency, reliability, and compatibility with high-speed engines makes it promising to develop a rotating machine converter with a permanent magnet generator to charge the batteries of modern UAVs. Materials and methods: A simulation model (SM) of a rotating machine converter (RMC) has been developed in the SimInTech environment. The simulation is based on SimInTech block equation systems. Experimental studies were carried out on a physical stand. It is confirmed that the output voltage of the SGPM decreases linearly with increasing load at constant RPM. Significant pulsations of the SDPM current and rotation frequency (2 Hz) due to the small moment of inertia and PWM control were revealed. Long (3-4 s) transients were recorded when changing the speed setting, due to the regulator algorithm. It is confirmed that the output voltage of the SGPM decreases linearly with increasing load at constant RPM. Significant pulsations of the SDPM current and rotation frequency (2 Hz) due to the small moment of inertia and PWM control were revealed. Long (3-4 s) transients were recorded when changing the speed setting, due to the regulator algorithm. The use of GPM in the VMP for charging the UAV battery is promising due to its high specific characteristics and reliability. The system HE developed adequately reflects the behavior of the system, which has been confirmed experimentally.*

Keywords: *Unmanned aerial vehicle, rotating machine converter, rechargeable battery.*

References

1. Barakin, N. S. Modeling of a Wind Power Plant in the SimInTech Software / N. S. Barakin, S. V. Oskin, D. A. Ovsyannikov, D. A. Taranov // Rural Mechanizer, 2023, No. 5, pp. 35-37. DOI: 10.47336/0131-7393-2023-5-35-36-37.
2. Barakin, N. S. Simulation Modeling of an AC Circuit / N. S. Barakin, A. A. Kumeiko, A. M. Karadzhian // Multidisciplinary Network Electronic Scientific Journal of Kuban State Agrarian University, 2025, No. 208, pp. 357-364.
3. Gavrilov, R. S. Control of Permanent Magnet Synchronous Machines: Study Guide / R. S. Gavrilov, Yu. N. Mustafaev; Baltic State Technical University. – Saint Petersburg, 2019. – 78 p.
4. Kalachev, Yu. N. Modeling in Electric Drives. – Moscow: DMK Press, 2021. – 106 p., ill.
5. Oskin, S. V. Investigation of Characteristics of Fixed-Wing Unmanned Aerial Vehicles for Monitoring Agricultural Lands / S. V. Oskin, D. S. Tsokur, E. V. Bondarchuk, A. S. Oskin // Rural Mechanizer, 2025, No. 5, pp. 15-17.
6. Usoltsev, A. A. Electric Drive: Study Guide. – Saint Petersburg: ITMO National Research University, 2012. – 238 p.

©Оськин С.В., Баракин Н.С., Кошеваров А.А., Оськин А.С. 2025