



Анализ преимущественных эффектов применения асинхронных электродвигателей в промышленном секторе

Галина С. Армашова-Тельник¹

atgs@ya.ru

 0000-0001-9370-5875Татьяна А. Бобович¹

www.bt@bk.ru

 0000-0001-6803-415X

¹ Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, Большая Морская 67, Санкт-Петербург, 190000, Россия.

Аннотация. Актуальность статьи обусловлена спецификой проектирования асинхронных электродвигателей, связанной с высокой потребностью, на производстве, в электрических машинах. На сегодняшний день развитие государства активно стремится сократить использование двигателей внутреннего сгорания. Для обеспечения данного перехода в странах создаются новые станции зарядки электромобилей. Доля продаж электродвигателей с каждым годом непрерывно растет. По данным Росстата за 2019 год показатель покупки электромобилей составляет 2,5 %, в 2020 – 4,6 %, а в 2021 – 6,4 %. В настоящее время рынок готовых электродвигателей не в состоянии удовлетворить производственный спрос. Кроме того, знание особенностей проектирования асинхронных электродвигателей, умение ориентироваться в определённых конъюнктурных тенденциях, позволит принимать обоснованные управленческие решения при производстве и продвижении продукции. Так же, применение асинхронных электродвигателей в производственной деятельности субъектов хозяйствования позволяет не только повысить конкурентоспособность предприятия, посредством ресурсной минимизации, но и отвечать на современные потребности в соблюдении требований экологической безопасности. В статье рассмотрены преимущества и особенности применения различных видов электродвигателей в производстве. Выделены специфические условия их эффективного использования, при различных мощностях, объемах производства и т.д. Статистический анализ использования асинхронных электродвигателей в российской промышленности демонстрирует данные, формирующие перспективы развития данного вида производств, что будет способствовать росту экономических показателей на российском рынке производства экологически чистых технологических решений.

Ключевые слова: технологические решения, электрический двигатель, промышленное производство, экономический сектор, анализ преимуществ.


Analysis of the preferential effects of the use of asynchronous electric motors in the industrial sector

Galina S. Armashova-Telnik¹

atgs@ya.ru

 0000-0001-9370-5875Tatyana A. Bobovich¹

www.bt@bk.ru

 0000-0001-6803-415X

¹ Saint Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Bolshaya Morskaya 67, Saint Petersburg, 190000, Russia.

Abstract. The relevance of the article is due to the specifics of the design of asynchronous electric motors associated with high demand, in production, in electric machines. To date, the development of the state is actively seeking to reduce the use of internal combustion engines. To ensure this transition, countries are creating new charging stations for electric vehicles. The share of sales of electric motors is continuously growing every year. According to Rosstat for 2019, the purchase rate of electric vehicles is 2.5%, in 2020 - 4.6%, and in 2021 - 6.4%. Currently, the market of ready-made electric motors is not able to meet the production demand. In addition, knowledge of the design features of asynchronous electric motors, the ability to navigate certain market trends, will allow you to make informed management decisions in the production and promotion of products. Also, the use of asynchronous electric motors in the production activities of business entities allows not only to increase the competitiveness of the enterprise, through resource minimization, but also to respond to modern needs in compliance with environmental safety requirements. The article discusses the advantages and features of the use of various types of electric motors in production. The specific conditions of their effective use are highlighted, with different capacities, production volumes, etc. Statistical analysis of the use of asynchronous electric motors in the Russian industry demonstrates data that form the prospects for the development of this type of production, which will contribute to the growth of economic indicators in the Russian market for the production of environmentally friendly technological solutions.

Keywords: technological solutions, electric motor, industrial production, economic sector, benefit analysis.

Введение

Скоротечность технического прогресса требует актуальной и глобальной автоматизации и унификации производственных процессов. Стандартизация и типизация изготовления асинхронных электрических двигателей минимизирует трудоемкость производства, тем самым делая его экономически привлекательным для

потребителей. Следовательно, интерес к асинхронным машинам, работающим на переменном токе, для регулируемых электрических приводов очень высок. Это обусловлено тем, что в недалеком прошлом, практически во всём мире начал проводиться обширный комплекс работ по разработке электрических машин разнообразных конфигураций. Сейчас электрические машины эксплуатируются в разнообразных регулируемых

Для цитирования

Армашова-Тельник Г.С., Бобович Т.А. Анализ преимущественных эффектов применения асинхронных электродвигателей в промышленном секторе // Вестник ВГУИТ. 2022. Т. 84. № 2. С. 329–333. doi:10.20914/2310-1202-2022-2-329-333

For citation

Armashova-Telnik G.S., Bobovich T.A. Analysis of the preferential effects of the use of asynchronous electric motors in the industrial sector. Vestnik VGUIT [Proceedings of VSUET]. 2022. vol. 84. no. 2. pp. 329–333. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2022-2-329-333

приводах, которые используются в сельском хозяйстве, транспорте, промышленных насосах, буровых установках, на строительной технике и т. д.

Большое распространение асинхронные двигатели с короткозамкнутым ротором получили в результате существенных преимуществ по сравнению с двигателями постоянного тока или асинхронными двигателями с фазным ротором. К достоинствам данного электродвигателя относятся: простота конструкции, хорошая надежность, низкие требования к уходу, долгий срок службы и отсутствие искрящих частей, что упрощает их эксплуатацию в горной промышленности. При повышении качества производимого эклектического двигателя производитель может регулировать стоимость готовой продукции с целью повышения уровня конкурентоспособности.

Обсуждение

На сегодняшний день в продаже существует огромное множество разнообразных электродвигателей, обладающих своими отличительными свойствами, обуславливающими область их применения. Конструирование электрического двигателя, это сложный и кропотливый процесс, который представляет собой проектирование основных размеров электрической машины, всех её частей и деталей, механических характеристик и оценку различных показателей. Рынок асинхронных двигателей в России на данный момент представляет собой широкий спектр разнообразных моделей. Для выбора производимой серии необходимо учитывать разнообразные факторы: имеющиеся оборудование на предприятии, квалификацию сотрудников, производственные мощности, открытость к инновационной деятельности, гибкость руководства и экономический потенциал.

Одним из главных требований при конструировании электродвигателя является минимальная материалоемкость. Следовательно, при проектировании электрической машины, важнейшей задачей является создание электродвигателя, удовлетворяющего требованиям заказчика при максимальной экономии электротехнической стали, меди, алюминия и конструкционных материалов. Также необходимо учитывать экологические стандарты региона как при производстве двигателя, так и при его непосредственном использовании.

Чаще всего электродвигатели большой мощности исполняют с закрытым корпусом со встроенным воздушным или водяным охлаждением. Так же существует возможность спроектировать электродвигатель в продуваемом корпусе без внутреннего охлаждения. Данный способ защиты имеет обозначение IP23.

Характерными особенностями электродвигателя, исполненного данным способом защиты, является дешевизна и более компактные габариты при идентичных параметрах двигателя.

Асинхронный двигатель по праву считается основополагающей нынешних электромеханических систем. Данное положение ему обеспечивают несколько отличительных особенностей: простота конструкции, надежность, долговечность, лёгкость обслуживания, отсутствие скользящих контактов, низкая стоимость и простота изготовления.

На сегодняшний день развитие государства активно стремятся сократить использование двигателей внутреннего сгорания (ДВС). В Норвегии с 2025 года запрещена продажа автомобилей с ДВС, а с 2040 года в европейских странах и США вступает в силу запрет на продажу грузового транспорта с использованием традиционных силовых установок. Китай, Япония также идут по пути отказа от ДВС в пользу более экологических и экономически выгодных аналогов. Для обеспечения данного перехода в странах создаются новые станции зарядки электромобилей. Доля продаж электродвигателей с каждым годом непрерывно растет. По данным Росстата за 2019 год показатель покупки электромобилей составляет 2,5 %, в 2020 – 4,6 %, а в 2021 – 6,4 %.

Электрическая машина обеспечивает высокую надежность, длительный срок эксплуатации без капитальных ремонтов, который значительно превосходит срок эксплуатации других типов электрических машин. Благодаря неоспоримому набору положительных характеристик, использование асинхронного электродвигателя на предприятии значительно сказывается на модернизации экономики во всех этапах производства в лучшую сторону.

Но даже асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором недостаточно просто купить. Также необходимо учитывать климатические условия при эксплуатации данного электродвигателя. К примеру, для северного климата с экстремально низкими температурами необходим электродвигатель с повышенной степенью защиты, который имеет температурную защиту, что несет в себе дополнительные финансовые затраты. В жарком климате наоборот, уместнее использовать двигатель с пониженной степенью защиты с прорезями в корпусе для лучшей циркуляции воздуха внутри корпуса, для охлаждения сильно греющихся частей электрической машины.

Асинхронные электрические машины нашли свое применение практически во всех производственных сферах деятельности. Однофазные электродвигатели (220В) применяются в системах малой мощности, в которых не требуется существенная регулировка скорости

вращения вала: в различных холодильниках, в бетономешалках, вентиляторах, электробритвах, газонокосилках, стиральных машинах.

Трёхфазные асинхронные электродвигатели в основном применяются в сложных механизмах промышленных предприятий, таких как: промышленные насосные станции, краны, лебёдки, вентиляторы крупных вентиляционных шахт, компрессоры, буровые установки в горнодобывающей и нефтехимической промышленности, деревообрабатывающие станки.

Электродвигатели, подключающиеся к трехфазной сети переменного тока, бывают совершенно различными по особенностям их конструкции и их назначению. Трёхфазные электродвигатели подразделяются на 3 группы:

общепромышленные (могут подразделяться на большое количество всевозможных исполнений изначальной модели);

крановые (подразделяются по типу ротора: с фазными короткозамкнутым);

взрывозащищенные (делится на 2 главных подразделения: нефтехимические и рудничные).

Для предупреждения поломок электродвигателей, необходимо проводить своевременные технические обслуживания согласно регламенту, определённым производителем. Это обусловлено тем, что своевременно проводить мероприятия по техническому обслуживанию электродвигателей значительно выгодно и дешево, чем покупать дорогостоящие детали.

Перед покупкой электродвигателя необходимо учитывать условия, в которых он будет работать. К примеру, в строительстве и горнодобывающей промышленности достаточно агрессивные условия и высокие нагрузки, которые мешают нормальной работе электродвигателя, поэтому в этих промышленных секторах необходимо использовать электрические машины с повышенной степенью защиты, хотя они и значительно дороже. А в машиностроении и химической промышленности, электродвигатели в основном работают в закрытых помещениях, где минимизировано количество пыли и влаги, следовательно, в этих промышленных секторах можно использовать двигатели с пониженной степенью защиты, которые стоят дешевле. Таким образом, корректный выбор электрической машины позволит уменьшить процент поломок и расход средств на ремонт и покупку оборудования.

В некоторых случаях при высокой мощности электродвигателя, его обороты и присоединительные размеры электродвигателей IP23 АМН могут совпадать с электромоторами АИР. В таком случае существует возможность замены общепромышленного двигателя АИР на двигатель АМН для повышения экономической эффективности.

Очевидно, что при одинаковой мощности агрегатов, электродвигатель IP23 выигрывает за счет своих меньших размеров, из-за более низкой степени защиты и, как соответствие своей более низкой цены. К примеру, электродвигатель серии АИР 355 S2 IM1001 на 3000 оборотов, мощностью 250кВт со степенью защиты IP54 стоит от 1025170 р. А схожий с идентичными характеристиками АМН 315 М2 со степенью защиты IP23 стоит 697882 р. Сфера эксплуатации асинхронных электрических машин в наши дни очень широка. Их используют в транспорте, промышленных станках, вентиляторах, насосах и в другом различном оборудовании, где нагрузка относительно стабильна или снижение количества оборотов не сильно влияет на рабочий процесс.

Одним из основных достоинств асинхронных электродвигателей является возможность частых пусков, что весьма желательно в условиях работы энергетических систем, где эксплуатируются мощные промышленные насосы. Возможность повторных пусков определяется повышенными требованиями к обмотке статора, нагревание которой определяет длительность перерыва между запусками и общим количеством запусков за определённый период времени.

Такой электродвигатель отлично подходит для подключения к промышленным насосам водоканалов, так как он обладает большой мощностью. Также данный электродвигатель выделяется своей компактностью конструкции. Он обладает достаточно простым соединением с насосом, легкой автоматизацией управления и относительно низкими эксплуатационными затратами. Использование асинхронных двигателей заметно повысит экономическую выгоду предприятия благодаря относительно низкой стоимости данного вида электродвигателя.

Производство электродвигателей в России непрерывно росло с 2016 по 2019 благодаря импорту готовой продукции, однако в 2020 году из-за мировой пандемии коронавирусной инфекции покупательская способность зарубежных партнеров снизилась. Из-за осложнения внешне-торговых операций производство асинхронных электродвигателей впервые с 2016 года упало на 2 %. На данный момент производство сократилось на 1,3 % по сравнению в 2021 годом, однако эксперты прогнозируют умеренный рост спроса в 2023–2025 гг. на 1,9 % или 44,16 млн штук в год.

Заключение

Производство асинхронных электродвигателей способствует повышению экономической и экологической ситуации в стране, повышает уровень конкурентоспособности российской промышленности в мире, поддерживает развитие научно-технического прогресса, содействует внедрению инновационных технологий.

Литература

- 1 Kalandarovich B.M., Mansurovich F.M., Aktamovich M.R., Elmurodovich B.O. et al. Applying the non-contact devices for starting a single-phase asynchronous electric motor // Вестник науки и образования. 2021. № 11-2 (114). С. 31-35.
- 2 Армашова-Тельник Г.С. Особенности управления приобретением электроэнергии // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 1 (75). С. 283–287.
- 3 Армашова-Тельник Г.С. Конкурентно-рыночное пространство в контексте потребности роста конкурентоспособности российской системы хозяйствования // Вестник ВГУИТ. 2021. Т. 83. № 2. С. 259–264. doi: 10.20914/2310-1202-2021-2-259-264
- 4 Благодаров Д.А., Дульнев Н.Н., Федорцов Н.Н., Сафонов Ю.М. Оптимальное использование асинхронных электродвигателей в электроприводе // Технический оппонент. 2021. № 1 (7). С. 41–44.
- 5 Гуденов В.П., Мятников И.С., Айдар-бек уулу М. Существующие виды обслуживания асинхронных электродвигателей // Вестник науки. 2020. Т. 2. № 8 (29). С. 150–153.
- 6 Гельруд Я.Д., Цуй Цзянань Экономическая безопасность инновационно-инвестиционных проектов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. 2022. Т. 16. № 1. С. 107–115.
- 7 Межев С.И., Межев И.С. Прогнозирование операционно-инновационных процессов крупной промышленной корпорации // Проблемы прогнозирования. 2020. № 4 (181). С. 41–54.
- 8 Бирюков А.Н., Гранкина Е.В. Тенденции технологического развития экономики России: проблемы и пути преодоления // Дневник науки. 2020. № 9 (45). С. 18.
- 9 Подставкова М.И. Европейская автомобильная промышленность в эпоху трансформации отрасли // Российский внешнеэкономический вестник. 2021. № 5. С. 116–123.
- 10 Разинков М.И., Жукова А.А., Борисенок Н.К., Долгих Е.А. Статистический анализ основных тенденций развития рынка электромобилей в России // Тенденции развития науки и образования. 2021. № 80–6. С. 153–158.
- 11 Шулимова А.А., Яковашева Д.Ю., Тюпка Д.А. Институционализация организационных и технологических инноваций как фактор экономического развития России // Естественно-гуманитарные исследования. 2020. № 27 (1). С. 243–251.
- 12 Рукинов М.В. Векторы технологических трансформаций и перспективы безопасного развития экономики России в условиях нового технологического уклада // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2020. № 1 (121). С. 7–15.
- 13 Migal V., Lebedev A., Shuliak M., Kalinin E. et al. Reducing the vibration of bearing units of electric vehicle asynchronous traction motors // Journal of Vibration and Control. 2021. V. 27. № 9-10. P. 1123-1131. doi: 10.1177/1077546320937634
- 14 Gundabattini E., Mystkowski A., Idzkowski A., Solomon D.G. Thermal mapping of a high-speed electric motor used for traction applications and analysis of various cooling methods—A review // Energies. 2021. V. 14. № 5. P. 1472. doi: 10.3390/en14051472
- 15 Zarma T.A., Galadima A.A., Aminu M.A. Review of motors for electric vehicles // Journal of Scientific Research and Reports. 2019. V. 24. № 6. P. 1-6.
- 16 Giri F. AC electric motors control: advanced design techniques and applications. John Wiley & Sons, 2013.
- 17 Uzhegov N., Barta J., Kurfürst J., Ondrusek C. et al. Comparison of high-speed electrical motors for a turbo circulator application // IEEE Transactions on Industry Applications. 2017. V. 53. № 5. P. 4308-4317. doi: 10.1109/TIA.2017.2700793
- 18 Migal V., Arhun S., Hnatov A., Dvadenko V. et al. Substantiating the criteria for assessing the quality of asynchronous traction electric motors in electric vehicles and hybrid cars // Journal of the Korean Society for Precision Engineering. 2019. V. 36. № 10. P. 989-999.
- 19 Zhukovskiy Y., Korolev N., Koteleva N. About increasing informativity of diagnostic system of asynchronous electric motor by extracting additional information from values of consumed current parameter // Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing, 2018. V. 1015. № 3. P. 032158.
- 20 Yilmaz M. Limitations/capabilities of electric machine technologies and modeling approaches for electric motor design and analysis in plug-in electric vehicle applications // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2015. V. 52. P. 80-99. doi: 10.1016/j.rser.2015.07.033


References

- 1 Kalandarovich B.M., Mansurovich F.M., Aktamovich M.R., Elmurodovich B.O. et al. Applying the non-contact devices for starting a single-phase asynchronous electric motor. Bulletin of Science and Education. 2021. no. 11-2 (114). pp. 31-35.
- 2 Armashova-Telnik G.S. Features of managing the purchase of electricity. Proceedings of VSUET. 2018. vol. 80. no. 1 (75). pp. 283–287. (in Russian).
- 3 Armashova-Telnik G.S. Competitive market space in the context of the need to increase the competitiveness of the Russian economic system. Proceedings of VSUET. 2021. vol. 83. no. 2. pp. 259–264. doi: 10.20914/2310-1202-2021-2-259-264 (in Russian).
- 4 Blagodrov D.A., Dulnev N.N., Fedortsov N.N., Safonov Yu.M. Optimal use of asynchronous electric motors in an electric drive. Technical opponent. 2021. no. 1 (7). pp. 41–44. (in Russian).
- 5 Gudenov V.P., Myatnikov I.S., Aidar-bek uulu M. Existing types of maintenance of asynchronous electric motors. Bulletin of Science. 2020. vol. 2. no. 8 (29). pp. 150–153. (in Russian).
- 6 Gelrud Ya.D., Cui J. Economic security of innovation and investment projects. Bulletin of the South Ural State University. Series: Economics and Management. 2022. vol. 16. no. 1. pp. 107–115. (in Russian).

- 7 Mezhev S.I., Mezhev I.S. Forecasting of operational and innovative processes of a large industrial corporation. Problems of Forecasting. 2020. no. 4 (181). pp. 41–54. (in Russian).
- 8 Biryukov A.N., Grankina E.V. Trends in the technological development of the Russian economy: problems and ways to overcome. Diary of Science. 2020. no. 9 (45). pp. 18. (in Russian).
- 9 Podstavkova M.I. European automotive industry in the era of industry transformation. Russian Foreign Economic Bulletin. 2021. no. 5. pp. 116–123. (in Russian).
- 10 Razinkov M.I., Zhukova A.A., Borisenok N.K., Dolgikh E.A. Statistical analysis of the main trends in the development of the electric vehicle market in Russia. Trends in the development of science and education. 2021. no. 80–6. pp. 153–158. (in Russian).
- 11 Shulimova A.A., Yakvasheva D.Yu., Tyupka D.A. Institutionalization of organizational and technological innovations as a factor in the economic development of Russia. Natural Humanitarian Studies. 2020. no. 27 (1). pp. 243–251. (in Russian).
- 12 Rukinov M.V. Vectors of technological transformations and prospects for the safe development of the Russian economy in the context of a new technological order. Bulletin of the St. Petersburg State University of Economics. 2020. no. 1 (121). pp. 7–15. (in Russian).
- 13 Migal V., Lebedev A., Shuliak M., Kalinin E. et al. Reducing the vibration of bearing units of electric vehicle asynchronous traction motors. Journal of Vibration and Control. 2021. vol. 27. no. 9-10. pp. 1123-1131. doi: 10.1177/1077546320937634
- 14 Gundabattini E., Mystkowski A., Idzkowski A., Solomon D.G. Thermal mapping of a high-speed electric motor used for traction applications and analysis of various cooling methods—A review. Energies. 2021. vol. 14. no. 5. pp. 1472. doi: 10.3390/en14051472
- 15 Zarma T.A., Galadima A.A., Aminu M.A. Review of motors for electric vehicles. Journal of Scientific Research and Reports. 2019. vol. 24. no. 6. pp. 1-6.
- 16 Giri F. AC electric motors control: advanced design techniques and applications. John Wiley & Sons, 2013.
- 17 Uzhegov N., Barta J., Kurfürst J., Ondrusek C. et al. Comparison of high-speed electrical motors for a turbo circulator application. IEEE Transactions on Industry Applications. 2017. vol. 53. no. 5. pp. 4308-4317. doi: 10.1109/TIA.2017.2700793
- 18 Migal V., Arhun S., Hnatov A., Dvadnenko V. et al. Substantiating the criteria for assessing the quality of asynchronous traction electric motors in electric vehicles and hybrid cars. Journal of the Korean Society for Precision Engineering. 2019. vol. 36. no. 10. pp. 989-999.
- 19 Zhukovskiy Y., Korolev N., Koteleva N. About increasing informativity of diagnostic system of asynchronous electric motor by extracting additional information from values of consumed current parameter. Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing, 2018. vol. 1015. no. 3. pp. 032158.
- 20 Yilmaz M. Limitations/capabilities of electric machine technologies and modeling approaches for electric motor design and analysis in plug-in electric vehicle applications. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2015. vol. 52. pp. 80-99. doi: 10.1016/j.rser.2015.07.033

Сведения об авторах

Галина С. Армашова-Тельник к.э.н., доцент, кафедра программно-целевого управления в приборостроении, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, Большая Морская 67, Санкт-Петербург, 190000, Россия, atgs@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-9370-5875>

Татьяна А. Бобович ассистент, кафедра программно-целевого управления в приборостроения, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, Большая Морская 67, Санкт-Петербург, 190000, Россия, www.bt@bk.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6803-415X>

Вклад авторов

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

Конфликт интересов


Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Information about authors

Galina S. Armashova-Telnik Cand. Sci. (Econ.), associate professor, program-target management in instrumentation department, St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Bolshaya Morskaya 67, St. Petersburg, 190000, Russia, atgs@ya.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-9370-5875>

Tatyana A. Bobovich assistant, program-target management in instrumentation department, St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Bolshaya Morskaya 67, St. Petersburg, 190000, Russia, www.bt@bk.ru

 <https://orcid.org/0000-0001-6803-415X>

Contribution

All authors are equally involved in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Поступила 21/04/2022	После редакции 13/05/2022	Принята в печать 02/06/2022
Received 21/04/2022	Accepted in revised 13/05/2022	Accepted 02/06/2022