

## ПАТЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ЦИФРОВОГО РЕГУЛЯТОРА ВОЗБУЖДЕНИЯ СИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

©*Лосев К. С., Казанский национальный исследовательский  
технологический университет, г. Нижнекамск, Россия*

©*Сагдеева Г. С., SPIN-код: 2953-4605, канд. пед. наук, Казанский национальный  
исследовательский технологический университет,  
г. Нижнекамск, Россия, sagdeeva\_g@mail.ru*

©*Тумаева Е. В. SPIN-код: 2978-5510, канд. техн. наук, Казанский национальный  
исследовательский технологический университет, г. Нижнекамск, Россия*

## PATENT ANALYSIS OF THE DIGITAL SYNCHRONOUS MOTOR EXCITATION REGULATOR

©*Losev K., Kazan National Research Technological University, Nizhnekamsk, Russia*

©*Sagdeeva G., SPIN-code: 2953-4605, Ph.D., Kazan National  
Research Technological University, Nizhnekamsk, Russia, sagdeeva\_g@mail.ru*

©*Tumaeva E., SPIN-code: 2978-5510, Ph.D., Kazan National  
Research Technological University, Nizhnekamsk, Russia*

*Аннотация.* Значительная часть приборов на предприятиях находится в эксплуатации с восьмидесятих годов прошлого столетия. Тиристорный возбудитель — это система, предназначенная для управления и стабилизации рабочих процессов двигателей, входящих в состав приборов, работающих с высокой скоростью. Экономичность работы таких машин, как компрессоры, вентиляторы, насосы, напрямую зависит от того, насколько качественные установлены в их конструкции возбудители. Также тиристорные возбудители предназначены для возбуждения гидро- и турбогенераторов малой мощности, синхронных двигателей и компенсаторов. Чтобы увеличить надежность и обеспечить бесперебойность работы синхронного электропривода при оптимальной электрической производительности, необходимо использовать быстродействующие тиристорные возбудители, в нашем случае цифровой регулятор возбуждения синхронного двигателя — АНИКРОН. В сравнении с электромашинными возбудителями тиристорные требуют в три раза меньше средств на содержание. Повышение технико-экономических показателей синхронного электропривода осуществляется благодаря снижению потерь в линиях электропередач, повышению надежности силового электропривода, дополнительным возможностям тиристорно-возбудительного устройства. На сегодняшний день эффективность подобных возбудителей оценили предприятия сахарной, химической, энергетической и других промышленных областей. Массово используются тиристоры не только в РФ, но и за ее пределами.

*Abstract.* A significant part of the devices at enterprises has been in operation since the eighties of the last century. A thyristor exciter is a system designed to control and stabilize the operating processes of engines that are part of devices operating at high speed. The efficiency of operation of such machines as compressors, fans, pumps directly depend on how high-quality exciters are installed in their design. Thyristor exciters are also designed for the generation of low-power hydro and turbo generators, synchronous motors and compensators. In order to increase reliability and ensure uninterrupted operation of a synchronous electric drive with optimal electrical

performance, it is necessary to use high speed thyristor exciters, in our case, the digital excitation regulator of a synchronous motor — ANICRON. In comparison with electric machine exciters, thyristor ones require three times less maintenance costs. The improvement of the technical and economic indicators of a synchronous electric drive is carried out by reducing losses in power lines, increasing the reliability of the power electric drive, and additional capabilities of a thyristor-exciter device. To date, the effectiveness of such pathogens has been evaluated by enterprises in the sugar, chemical, energy and other industrial fields. Thyristors are widely used not only in the Russian Federation, but also abroad.

*Ключевые слова:* энергосбережение, тиристорный возбудитель, синхронный электропривод.

*Keywords:* energy saving, thyristor exciter, synchronous electric drive.

Тиристорные возбудители предназначены для возбуждения гидро- и турбогенераторов малой мощности, синхронных двигателей и компенсаторов [1]. Цифровой регулятор возбуждения синхронного двигателя предназначен для питания обмотки возбуждения ротора и автоматического регулирования тока возбуждения при пуске, синхронной работе и аварийных режимах синхронных двигателей промышленного назначения, снабженных щеточной системой возбуждения в соответствии с установленными в нем программными алгоритмами [2].

Цифровой регулятор обеспечивает: а) включение в тестовом режиме (опробование), для проверки готовности цифрового регулятора к пуску; б) автоматическую подачу тока возбуждения в функции: – тока статора; – частоты скольжения обмотки возбуждения; в) совместную работу со всеми распространенными системами плавного пуска (опционально); г) работу под управлением систем частотного регулирования (опционально); д) внешнее управление током возбуждения по каналам проводного интерфейса токовая петля 4-20 мА, интерфейсу связи RS-485 с протоколом ModBus, ШИМ (опционально); е) самозапуск двигателя при провалах и восстановлении напряжения статора(опционально); ж) принудительную форсировку, при замыкании внешнего дискретного сигнала (опционально). Использование комплексной схемы выпрямления трехфазного тока (мост Ларионова–ноль) позволяет снизить потребление электроэнергии из сети 0,4 кВ в 1,7 раза по сравнению с регуляторами, работающими только по мостовой схеме выпрямления. Данная конфигурация выпрямителя позволяет использовать согласующие трансформаторы меньшей мощности [3].

Дополнительная экономия финансовых средств имеет место на согласующих трансформаторах (уменьшение потерь холостого хода трансформатора как следствие использования трансформатора меньшей мощности). По результатам исследования был проведен патентный поиск, глубина патентного поиска составила 28 лет. Результаты поиска занесены в Таблицу.

В сравнении с ТВУ, применение АНИКРОНОВ позволяет:

- уменьшить токи возбуждения до оптимальных значений, что обеспечивает сниженное потребление активной электроэнергии для питания двигателя;
- уменьшить токи возбуждения и токи статора, что увеличивает КПД двигателя;
- уменьшить рабочую температуру ротора и статора двигателя, что уменьшает скорость старения изоляции и повышает ресурс машины, надежность работы приводных агрегатов.

- поддерживать требуемый реактивный ток статора;
- снизить эксплуатационные расходы на обслуживание.

Таблица

ПАТЕНТНЫЙ АНАЛИЗ

№ n/n	Номер патента	Название патента	Автор патента	Патентообладатель	Суть изобретения
1	2289196	Устройство регулирования возбуждения синхронного двигателя (10.12.2006)	Абрамов А.И., Белоконь С.А., Золотухин Ю.Н., Колодей В.В., Михальцов Э.Г., Нестеров А.А., Собстель Г.М., Терентьев С.А., Ян А.П.	Конструкторско-технологический институт вычислительной техники - научно-исследовательское учреждение Сибирского отделения Российской академии наук (статус государственного учреждения)	Изобретение относится к области электротехники и может быть использовано для создания автоматических регуляторов возбуждения мощных синхронных двигателей. Техническим результатом является повышение эффективности подавления качания ротора при изменении нагрузки и напряжения сети и статической устойчивости двигателя во всем диапазоне изменения нагрузки. Регулятор возбуждения для синхронного двигателя содержит измеритель напряжения статора синхронного двигателя, измеритель действующего значения тока статора синхронного двигателя, измеритель коэффициента мощности и измеритель тока ротора. В регулятор дополнительно введены блок вычисления активной и реактивной составляющих тока статора, блок преобразования координат, блок вычисления реактивной мощности, блок оценки электродвижущей силы двигателя, блок оценки внутреннего угла двигателя и его первой и второй производных и первый и второй формирующие блоки.
2	2084075	Регулятор возбуждения синхронного двигателя (10.07.1997)	Бурак К.Ю., Андреев А.А., Колосов Ю.В., Соловьев В.А., Михайлов В.И., Алексеев А.А., Лебедева Н.П.	Петербургский государственный университет путей сообщения	Использование: в компрессорах, насосах и других установках в качестве электропривода. Сущность: в регуляторе возбуждения синхронного двигателя к обмотке возбуждения подключены две пусковые цепи из последовательно соединенных пусковых диодов и резистора и пусковых тиристоров и резистора соответственно. Указанные резисторы соединены общим зажимом через защитный тиристор с вторичной обмоткой трансформатора напряжения. К обмотке возбуждения подключены параллельно полупроводниковые блоки. Параллельно выводам переменного тока блока подключен тиристорный коммутатор. Вторичная обмотка трансформатора напряжения подключена к зажимам переменного тока выпрямительного блока. Устройство содержит реле времени, подключенное к фазе. В обмотки статора двигателя и непосредственно к питающей сети через автоматический выключатель.

№ п/п	Номер патента	Название патента	Автор патента	Патентообладатель	Суть изобретения
3	65317	Регулятор возбуждения синхронного генератора (27.07.2007)	Утляков Г.Н., Дильмухаметов Д.С., Нуруллин Р.Ф., Валеев А.Р., Асадуллин В.М.	Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Уфимский государственный авиационный технический университет	Полезная модель относится к электротехнике и может быть использована для создания автоматических регуляторов возбуждения синхронных генераторов. Технический результат: расширение функциональных возможностей устройства. Сущность полезной модели: регулятор возбуждения синхронного генератора, содержащий датчик напряжения, аналого-цифровой преобразователь, нечеткий контроллер, цифро-аналоговый преобразователь, усилитель мощности, отличающийся тем, что снабжен дополнительным каналом регулирования возбуждения синхронного генератора, который включает в себя датчик реактивного тока, блок осреднения, сумматор цифровых сигналов и нейросетевой контроллер, обученный выдаче необходимых сигналов в зависимости от входных значений для регулирования возбуждением генератора при неравномерной нагрузке параллельно работающим генераторов, при этом к выходным зажимам каждого синхронного генератора подключены датчик напряжения и датчик реактивного тока.
4	2470454	Система возбуждения синхронного генератора (20.12.2012)	Волошко В.С., Малышев Ю.С., Сугаков В.Г., Хватов О.С.	Волжская государственная академия водного транспорта	Изобретение относится к области электротехники и может быть использовано в электрических машинах для регулирования возбуждения синхронных генераторов, применяемых в автономных источниках электрической энергии. Технический результат - расширение функциональных возможностей. Система возбуждения содержит синхронный генератор, обмотки якоря и индуктора, первый выпрямитель, суммирующий трансформатор с первичной токовой обмоткой и первичной обмоткой напряжения, вторичной и управления обмотками, корректор напряжения, внешний источник постоянного тока, электронный ключ, трансформатор тока с шунтом и вторым выпрямителем, аналого-цифровой преобразователь, первый и второй регистры памяти, распределитель импульсов, генератор импульсов стабильной частоты, вычитатель, задающий регистр, числовой компаратор.

В результате проведённого патентного анализа была определена ее активность (Рисунок).

Повышение технико-экономических показателей синхронного электропривода осуществляются благодаря ее модернизации, а также дополнительным возможностям тиристорно-возбудительного устройства, используя цифровизацию.

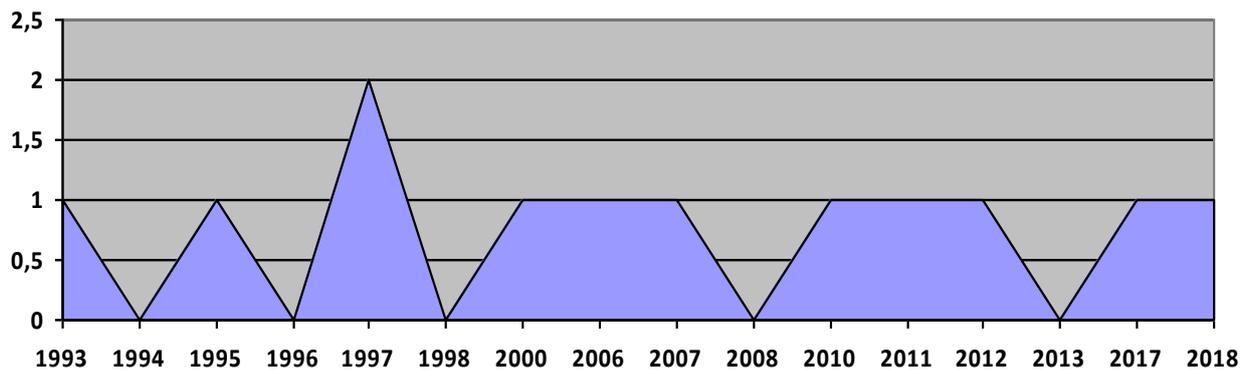


Рисунок 1. Патентная активность создания цифрового регулятора возбуждения синхронного двигателя (<https://fips.ru>)

*Список литературы:*

1. Макаричев Ю. А., Овсяников В. Н. Синхронные машины. Самара, 2011. 152 с.
2. Руководство по эксплуатации. Цифровой регулятор возбуждения синхронного двигателя. Новосибирск, 2016. 48 с.
3. Солошенко В. В. Повышение надежности работы электроприводов технологических установок НПЗ с помощью применения цифровых систем возбуждения АНИКРОН // Химическая техника. 2015. №11. С. 18-18.

*References:*

1. Makarichev, Yu. A., & Ovsyanikov, V. N. (2011). *Sinkhronnyye mashiny*. Samara. (in Russian).
2. *Rukovodstvo po ekspluatatsii. Tsifrovoy regulyator vzbuzhdeniya sinkhronnogo dvigatelya* (2016). Novosibirsk. (in Russian).
3. Soloshenko, V. V. (2015). *Povyshenie nadezhnosti raboty elektroprivodov tekhnologicheskikh ustanovok NPZ s pomoshch'yu primeneniya tsifrovyykh sistem vzbuzhdeniya ANIKRON*. *Khimicheskaya tekhnika*, (11), 18-18. (in Russian).

*Работа поступила  
в редакцию 19.12.2023 г.*

*Принята к публикации  
26.12.2023 г.*

*Ссылка для цитирования:*

Лосев К. С., Сагдеева Г. С., Тумаева Е. В. Патентный анализ цифрового регулятора возбуждения синхронного двигателя // Бюллетень науки и практики. 2024. Т. 10. №1. С. 265-269. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/98/31>

*Cite as (APA):*

Losev, K., Sagdeeva, G., & Tumaeva, E. (2024). Patent Analysis of the Digital Synchronous Motor Excitation Regulator. *Bulletin of Science and Practice*, 10(1), 265-269. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/98/31>