

**Т.В. Кондратюк, М.В. Копанев, О.И. Монид**

*Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Россия*

## **О ВНЕДРЕНИИ НОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ДЛЯ СТРЕЛОЧНЫХ ГОРОЧНЫХ ПРИВОДОВ**

**Аннотация.** В данной статье представлен обзор двух видов электродвигателей стрелочных приводов: электродвигатель постоянного тока типа МСП-0,25 и стрелочный электродвигатель ЭМСУ, работающий как от постоянного, так и от переменного тока. Приведены недостатки щеточных электродвигателей и их отличия от электродвигателей, не имеющих коллекторного узла.

**Ключевые слова:** электродвигатель, стрелочный электропривод, щеточно-коллекторный узел, постоянный и переменный токи, ротор.

**T.V. Kondratyuk, M.V. Kopanев, O.I. Monid**

*Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russia*

## **ON THE INTRODUCTION OF NEW ELECTRIC MOTORS FOR SWITCH HUMP DRIVES**

**Abstract.** This article discusses two types of electric motors, a DC switch motor type SME-0.25 and an EMSU switch electric motor powered by both DC and AC. The disadvantages of brush electric motors and their differences from those that do not have a collector unit are presented.

**Keywords:** electric motor, switch electric drive, brush collector unit, DC and AC, rotor.

### **Введение**

Электроприводы начали активно применяться в железнодорожной автоматике и телемеханике в качестве основного базового средства для механизации большинства производственных процессов. Огромное разнообразие стрелочных электроприводов можно объяснить многообразием систем СЦБ, различными эксплуатационно-техническими требованиями, уровнем технологии и элементной базы. Невзирая на большое разнообразие конструкций стрелочных приводов, мировая практика отдает предпочтение электроприводам, но, хочется отметить, что до сих пор есть потребность в создании быстродействующего стрелочного электропривода, который будет отвечать в полной мере современным требованиям надежности и безопасности движения поездов [2].

На современных автоматизированных сортировочных горках ввели в эксплуатацию такую модель электропривода, как СПГБ-4М, который является электромеханическим электроприводом, с внутренним запирающим, быстродействующим, неврезным, бесконтактным. Бесконтактные электроприводы СПГБ-4М имеют отличие от контактных СПГ-3 в конструкции автопереключателя, где вместо контактной системы предусмотрены бесконтактные датчики. Бесконтактные электроприводы были выпущены в двух вариантах: типа СПГБ-4 на базе электропривода СП-3; типа СПГБ-4М на базе электропривода СП-6 [3].

Одним из главных преимуществ электроприводов СПГБ-4М на горках является высокое быстродействие, которое достигается сочетанием максимального управляющего воздействия по напряжению с уменьшенным передаточным числом редуктора до 35,7 благодаря изменению числа зубьев шестерен в первом каскаде редуктора [4].

Электроприводы выпускаются в разных вариантах исполнения в зависимости от типа электродвигателя и разновидности сборки: с выходом шибера справа или слева исходя из заказа. До недавнего времени в применении были бесконтактные электроприводы с электродвигателями типа МСП-0,25 напряжением 100 В постоянного тока, которые должны работать с допустимым повышением напряжения на зажимах в пределах 200-220 В. А сейчас

набирает популярность электродвигатель промышленный ЭМСУ, который оснащён микропроцессорной системой управления и может работать как от постоянного, так и от переменного токов.

За последние сто лет появилось большое разнообразие электродвигателей, которые можно использовать в разных отраслях. Теперь появилась необходимость обратить внимание на такие электродвигатели, которые получили распространение в стрелочных электроприводах на сортировочных горках, и провести их сравнительный обзор.

#### **Обзор электродвигателей стрелочных горочных приводов**

Важнейшую составляющую всех модернизаций железнодорожного оснащения представляет собой электродвигатель МСП-0,25. Стрелочный электродвигатель постоянного тока типа МСП-0,25 является двухполюсным, реверсивным электродвигателем с горизонтальным валом на подшипниках. Мощность такого электродвигателя составляет 0,25 кВт. Характеристики электродвигателей типа МСП довольно подробно исследованы с использованием математических моделей [10]. Но железнодорожный транспорт стремительно развивается, увеличивается масса поездов и вырастает скорость их движения, что привело к удлинению станционных путей, а также к необходимости укладки тяжелых типов рельсов, в том числе и в местах стрелок. Потребовалось применение более мощных электродвигателей стрелочных приводов из-за возросших тяговых усилий на перевод остяков, что является следствием увеличения рабочего тока и надобностью иметь во всех проводах линейной цепи по две, три и более жил кабеля. Такие показатели как: улучшение условий энергоснабжения, несовершенство двухпроводной схемы управления стрелкой с двигателями постоянного тока, современные технологии и методы обслуживания, положительный опыт эксплуатации приводов с двигателями переменного тока, особенно в суровых климатических условиях, позволили рекомендовать их к широкому внедрению на сети Российских железных дорог [1, 6, 7].



**Рис. 1. Электродвигатель МСП-0,25**

Если говорить про обслуживание двигателей, можно отметить, что щеточные электродвигатели требуют квалифицированной эксплуатации. К выгоранию щеток может привести прохождение определенной плотности тока. Щетки могут слетать с коллектора при избыточной скорости. Чтобы использовать щеточные двигатели на высоте может возникать потребность в специальном обслуживании.

Размер двигателя увеличивается из-за необходимости в коллекторе и щетках. Двигатели должны располагаться в доступном месте, так как для щеток требуется регулярное обслуживание. Щеточные двигатели могут рассеивать тепло только через воздушный зазор,

поскольку ротор с обмотками находится внутри (статора), поэтому задача теплообмена усложняется. Снижение эффективности щеточных двигателей возникает из-за падения напряжения на щетках, а также из-за трения щеток о контакты коллектора. Такое трение создает слышимый шум и приводит к уменьшению крутящего момента на высоких скоростях. Кроме вышеперечисленных недостатков, стоит еще отметить, трение щеток о коллектор может вызвать появление дуги и увеличение электромагнитных помех (EMI); а в худшем случае, могут генерироваться искры, что делает щеточные электродвигатели постоянного тока непригодными для использования во взрывоопасных средах [1, 7].

Стрелочный электродвигатель ЭМСУ разрабатывается на базе вентильно - индукторного двигателя и имеет преимущества по сравнению с электродвигателями постоянного тока с последовательным возбуждением, которые применяются в стрелочных приводах. Прежде всего, в этих электродвигателях отсутствует такой сложный и малонадежный узел, как коллектор, это значительно уменьшает эксплуатационные расходы, связанные с текущим обслуживанием и ремонтом, а также исключает возможность получения ложного контроля положения стрелки за счет выпрямительного эффекта дуги при искрении коллектора.

Стоит отметить, что коллекторные двигатели были изобретены более 170 лет назад. По энергоэкономичности и управляемости они считаются предпочтительными, в особенности, для электроприводов с регулированием скорости или положения. Одним из основных недостатков является ненадежный и быстро изнашивающийся щеточно-коллекторный узел, в стрелочных электроприводах он может вызывать ложный контроль положения остряков, нередко он создает искрение и, как следствие, электромагнитные помехи. Спустя 50 лет, исключили такой недостаток и как альтернатива коллекторному двигателю, был изобретен асинхронный двигатель переменного тока, по сути бесконтактный, но по энергетической эффективности и управляемости он оказался значительно ниже. Общим недостатком коллекторных и асинхронных двигателей стандартной конструкции является то, что основная доля тепла в них выделяется в роторе, откуда, весьма затруднен теплоотвод. Это существенно снижает срок службы, надежность и увеличивает габариты этих двигателей [1].



Рис. 2. Электродвигатель ЭМСУ-СПГ

Стрелочный электродвигатель ЭМСУ, выполнен на электронном управлении и работает как от постоянного, так и от переменного тока, он имеет возможность заменить практически все типы стрелочных электродвигателей, которые были выпущены ранее. В сравнении с двигателями постоянного тока двигатели переменного тока могут обслуживаться гораздо реже, потому что их межремонтный срок службы в 3–4 раза больше. Этот двигатель является универсальным, благодаря использованию электронной платы, он может быть запрограммирован как на разное число оборотов, так и на разный вид напряжения. Но несмотря на такие условия сама механика для всех типов двигателей остается единой [9].

Стрелочный двигатель ЭМСУ оснащён микропроцессорной системой управления, позволяющей ему быть универсальным по питающему напряжению и частоте вращения ротора. В зависимости от типа стрелочного перевода настройка номинальной частоты вращения ротора может производиться как на заводе-изготовителе, так и в условиях эксплуатации от переносного пульта или ноутбука. Работа ЭМСУ в стрелочных переводах осуществляется от серийных схем управления ЭЦ, не требует перерасчёта кабельных сетей. ЭМСУ важен для скоростных поездов. Он имеет стабильную скорость вращения и стабильное потребление тока, легко перепрограммируется. Система управления двигателем предусматривает возможность обеспечения синхронной работы двух и более электроприводов, что делает его перспективным для применения в стрелочных переводах скоростных дорог [5, 8, 9].

Двигатели ЭМСУ компактнее, чем коллекторные двигатели, так как в них не применяются такие элементы как щетки и коллекторы. Они являются высокопроизводительными в одном типоразмере. Снижение в необходимости обслуживания, вызванное отсутствием щеток, так же позволяет ротору вращаться на более высоких скоростях. Выравнивание кривой скорость/крутящий момент, устраняет вероятность искрения и снижает электромагнитные помехи (EMI), благодаря отсутствию трения. Теплогенерирующие обмотки перемещены наружу, что упрощает теплоотвод. Эффективность ЭМСУ двигателей также повышается за счет отсутствия падения напряжения на щетках. Если смотреть с другой стороны, то можно сказать, что двигатели ЭМСУ сложнее, чем их коллекторные аналоги. Их стоимость значительно возрастает из-за использования встроенной электроники. [5, 8]

**Таблица 1. Технические характеристики электродвигателей при номинальном напряжении 160В**

Тип двигателя	Скорость вращения, об/мин	Потребляемый ток, А, не более	КПД, не менее	Вращающий момент на валу, Нм
МСП-0,25	1700±15%	2,5±10%	0,59	1,47 (0,15)
ЭМСУ-СПГ	1000	3,8	0,75	3,43±5%

### **Заключение**

Проведенный выше обзор показывает, что применение электродвигателей постоянного и переменного тока имеет как преимущества, так и недостатки. Нужный тип двигателя определяется теми требованиями, которые к нему предъявляются. Если разработанный проект имеет какие-либо ограничения по сметной стоимости, а также предъявляются умеренные требования к характеристикам двигателя, то может быть реализован вариант с использованием коллекторного двигателя постоянного тока. А если же для реализации проекта намного важнее производительность и рабочий цикл, то такой двигатель как ЭМСУ может быть лучшей альтернативой. Производитель выпускаемого оборудования и организации, которые будут его использовать, должны учитывать не только возможности двигателя, но и способности персонала, а также его навыки по установке и обслуживанию внедряемого оборудования. Надежное техническое решение может быть одобрено, если выбор оборудования обоснован технически правильно.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Матвеева О.Л., Селиверов Д.И. Современные электродвигатели для стрелочных приводов. // Актуальные вопросы технических наук: материалы II Международной научной конференции. – Пермь: Меркурий, 2013.–С.102-104.–URL: <https://moluch.ru/conf/tech/ahive/73/3219/> (дата обращения: 26.10.2020).
2. Шуваев В.В. Методы построения быстродействующих стрелочных электроприводов. // Москва, 2003. – URL: <http://tekhnosfera.com/metody-postroeniya-bystrodeystvuyuschih-strelochnyh-elektroprivodov#ixzz6bxhm0mMu> (дата обращения: 26.10.2020).

3. Сташков А.С., Селиверов Д.И. Развитие электроприводостроения для железнодорожных стрелочных переводов // Технические науки: традиции и инновации: материалы I Международной научной конференции. – Челябинск: Два комсомольца, 2012. – С.73-76. - URL: <https://moluch.ru/conf/tech/arhive/6/1465/> (дата обращения: 28.10.2020)
4. Электроприводы типов СПГБ-4, СПГБ-4М и СПГБ-4Б. // Электровозы ВЛ [Электронный ресурс]. URL: <https://www.poezdvl.com/vychislitelnaia-tehnika-na-zhd-rf/elektroprivody-tipov-spgb-4-spgb-4m-i-spgb-4b.html> (дата обращения: 1.11.2020)
5. Дорохин Б.П., Сердюк Т.Н. Внедрение новых типов двигателей стрелочных электроприводов. // Днепропетровск, 2013. – С. 72-77. (дата обращения: 1.11.2020)
6. Левкин Д. Электродвигатели.// Инженерные решения.[Электронный ресурс]. URL: <https://engineering-solutions.ru/motorcontrol/motor.html> (дата обращения: 1.11.2020)
7. Электродвигатель стрелочный постоянного тока типа МСП-0,25. // Электровозы ВЛ [Электронный ресурс]. URL: <https://www.poezdvl.com/vychislitelnaia-tehnika-na-zhd-rf/elektrodvigatel-strelochnyi-postoyannogo-toka-tipa-msp-025.html> (дата обращения: 2.11.2020)
8. Электродвигатель малогабаритный стрелочный универсальный (ЭМСУ). ТУ32 ЦШ 162.22–2009// [Электронный ресурс].URL: <http://geksar.ru/> (дата обращения: 2.11.2020)
9. Электродвигатель малогабаритный стрелочный универсальный (ЭМСУ). // Микрон. // [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mikronom.ru/katalog/privodnaia-tehnika/elektrodvigateli/elektrodvigatel-malogabaritnyi-strelochnyi-universalnyi-emsu.html> (дата обращения: 2.11.2020)
10. Копанев М.В., Кучера Л.Я. Моделирование стрелочного электропривода в среде MATLAB // Транспортная инфраструктура Сибирского региона: сборник статей всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Иркутск, 2016. – Т. 1, С. 249-253.

## REFERENCES

1. Matveeva O.L., Seliverov D.I. Sovremennyye elektrodvigateli dlya strelochnykh privodov [Modern electric motors for switch drives]. // *Aktual'nyye voprosy tekhnicheskikh nauk: materialy II Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii. [Topical issues of technical sciences: materials of the II International Scientific Conference]*. – Perm: Mercury, 2013. – P.102-104. – URL: <https://moluch.ru/conf/tech/arhive/73/3219/> (Date accessed: 26.10.2012).
2. Shuvaev V.V. Metody postroyeniya bystrodeystvuyushchikh strelochnykh elektroprivodov [Methods of building high-speed switch electric drives]. // Moscow, 2003. - URL: <http://tekhnosfera.com/metody-postroyeniya-bystrodeystvuyushchikh-strelochnykh-elektroprivodov>. (Date accessed: 26.10.2020).
3. Stashkov A.S., Seliverov D.I. Razvitiye elektroprivodostroyeniya dlya zheleznodorozhnykh strelochnykh peregodov [Development of electric drive engineering for railway switches] // *Tekhnicheskiye nauki: traditsii i innovatsii: materialy I Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii [Technical Sciences: Traditions and Innovations: Proceedings of the I International Scientific Conference]*. - Chelyabinsk: Two Komsomol members, 2012. - P.73-76. - URL: <https://moluch.ru/conf/tech/arhive/6/1465/> (Date accessed: 28.10.2020)
4. Elektroprivody tipov SPGB-4, SPGB-4M i SPGB-4B. Elektrovozy VL [Electric drives of types SPGB-4, SPGB-4M and SPGB-4B types. Electric locomotives VL] // *Elektronnyy resurs [Electronic resource]*. URL: <https://www.poezdvl.com/vychislitelnaia-tehnika-na-zhd-rf/elektroprivody-tipov-spgb-4-spgb-4m-i-spgb-4b.html>. (Date accessed: 1.11.2020)
5. Dorokhin B.P., Serdyuk T.N. Vnedreniye novykh tipov dvigateley strelochnykh elektroprivodov. [Introduction of new types of electric switch engines] // Dnepropetrovsk, 2013. - P. 72-77. (Date accessed: 1.11.2020)
6. Levkin D. Elektrodvigateli/ Inzhenernyye resheniya [Electric motors. Engineering solutions] // *Elektronnyy resurs [Electronic resource]* URL: <https://engineering-solutions.ru/motorcontrol/motor.html> (Date accessed: 1.11.2020)

7. Elektrodvigatel' strelchnyy postoyannogo toka tipa MSP-0,25. Elektrovozy VL [Electric motor switch direct current type MSP-0.25. Electric locomotives VL] // *Elektronnyy resurs [Electronic resource]* URL: <https://www.poezdvl.com/vychislitelnaia-tehnika-na-zhd-rf/elektrodvigatel-strelchnyi-postoyannogo-toka-tipa-msp-025.html> (Date accessed: 2.11.2020)

8. Elektrodvigatel' malogabaritnyy strelchnyy universal'nyy (EMSU). TU32 TSSH 162.22–2009 [Electric motor small-sized universal switch (EMCU). TU32 TSSH 162.22–2009] // *Elektronnyy resurs [Electronic resource]* URL: <http://geksar.ru/> (Date accessed: 2.11.2020)

9. Elektrodvigatel' malogabaritnyy strelchnyy universal'nyy (EMSU). Mikronom [Small-sized universal switch motor (EMCU). Micronom] // *Elektronnyy resurs [Electronic resource]* URL: <https://www.mikronom.ru/katalog/privodnaia-tehnika/elektrodvigateli/elektrodvigatel-malogabaritnyi-strelchnyi-universalnyi-emsu.html> (Date accessed: 2.11.2020)

10. Kopanev M.V., Kuchera L.Y. Modelirovanie strelchnogo elektroprivoda v srede MATLAB [Simulation of the electric drive of railway switches in MATLAB] // *Transportnaya infrastruktura Sibirskogo regiona: sbornik statej vserosijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s megdunarodnym uchastiem [Transport infrastructure of the Siberian region: a collection of articles of the All-Russian scientific-practical conference with international participation.]* – Irkutsk, 2016. – V.1, P. 249-253.

### **Информация об авторах**

*Кондратюк Татьяна Викторовна* – студентка группы СОД.2-16-1, факультет «Системы обеспечения транспорта», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: [nomnomnom123tanya1998@mail.ru](mailto:nomnomnom123tanya1998@mail.ru)

*Копанев Михаил Владимирович* – к.т.н., доцент, доцент кафедры «Автоматика, телемеханика и связь», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: [kopanev\\_mv@irgups.ru](mailto:kopanev_mv@irgups.ru)

*Монид Ольга Ивановна* – студентка группы СОД.2-16-1, факультет «Системы обеспечения транспорта», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: [monid\\_olya1998@mail.ru](mailto:monid_olya1998@mail.ru)

### **Authors**

*Kondratyuk Tatiana Viktorovna* – student of the group SOD.2-16-1, Department of Transport Support Systems, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: [nomnomnom123tanya1998@mail.ru](mailto:nomnomnom123tanya1998@mail.ru)

*Kopanev Mihail Vladimirovich* – Ph.D. of Technical Sciences, Associate Professor, the Sub-department of Automation, Telemechanics and Communication, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: [kopanev\\_mv@irgups.ru](mailto:kopanev_mv@irgups.ru)

*Monid Olga Ivanovna* – student of the group SOD.2-16-1, Department of Transport Support Systems, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: [monid\\_olya1998@mail.ru](mailto:monid_olya1998@mail.ru)

### **Для цитирования**

Кондратюк Т.В. О внедрении новых электродвигателей для стрелочных горочных приводов [Электронный ресурс] / Т.В. Кондратюк, М.В. Копанев, О.И. Монид // Молодая наука Сибири: электрон. науч. журн. – 2021. – №1(11). – Режим доступа: <http://mnnv.irgups.ru/toma/111-2021>, свободный. – Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.

### **For citation**

Kondratyuk T.V., Kopanev M.V., Monid O.I. *O vnedrenii novykh elektrodvigateley dlya strelchnykh gorochnykh privodov* [On the introduction of new electric motors for switch hump drives] *Molodaya nauka Sibiri: ehlektronnyj nauchnyj zhurnal [Young science of Siberia: electronic scientific journal]*, 2021, no. 1(11).