

УДК 629.423

ЭФФЕКТИВНОСТЬ АСИНХРОННОГО ТЯГОВОГО ПРИВОДА ЭЛЕКТРОВОЗА ЭП20 ПО СРАВНЕНИЮ С КОЛЛЕКТОРНЫМ ПРИВОДОМ ЭП1М

Свиридов А.Е., студент гр. ВОЭТ-312, III курс
Научный руководитель: Рябко К.А., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО «Ростовский государственный университет путей сообщения»,
филиал РГУПС в г. Воронеж

Электровоз ЭП20 «Олимп» - шестиосный двухсистемный (3 кВ постоянного и 25 кВ 50 Гц переменного тока) пассажирский локомотив с асинхронным приводом на базе двигателей ДТА-1200А и IGBT-преобразователей. Часовая мощность - 7200 кВт, длительная - 6600 кВт, скорость до 160-200 км/ч, масса 129 т. Максимальная сила тяги при трогании - 450 кН (160 км/ч) или 350 кН (200 км/ч), передаточное отношение редуктора - 5,167 или 4,055 [1; 2; 5]. Это позволяет вести составы до 24 вагонов на 160 км/ч или 17 вагонов на 200 км/ч без смены локомотива на стыках родов тока [2].

Электровоз ЭП1М - шестиосный локомотив переменного тока (25 кВ 50 Гц) с коллекторными двигателями постоянного (пульсирующего) тока. Мощность 4700-5000 кВт, скорость 140 км/ч, масса 132 т, сила тяги 230 кН (часовой режим) и 210 кН (длительный) [3]. Предназначен для вождения пассажирских поездов составностью из 19-20 вагонов.

Одним из ключевых преимуществ асинхронного привода является сохранение высокой силы тяги в широком диапазоне скоростей. Сравнительные тягово-скоростные характеристики электровозов ЭП20 и ЭП1М приведены на рисунке 1.

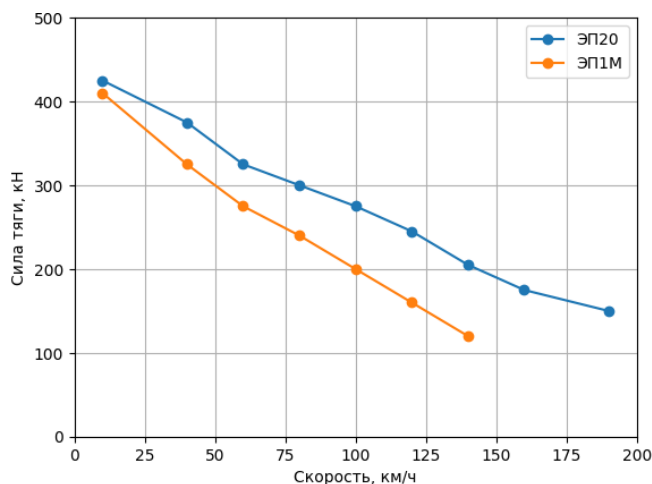


Рисунок 1 – Зависимости силы тяги от скорости электровозов ЭП20 и ЭП1М

Асинхронный привод ЭП20 превосходит коллекторный по мощности (на 44-53 %), что увеличивает массу поезда и среднюю скорость. Среднесуточный пробег достигает 1000 км против 600-700 км у ЭП1М [1; 4]. Однако на равнинных участках при недогрузке (мощность используется на 70-80 %) возможен перерасход энергии [2].

КПД привода рассчитывается по формуле:

$$\eta = \frac{P_{\text{вых}}}{P_{\text{вх}}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где $P_{\text{вых}}$ - полезная мощность на валах тяговых двигателей,
 $P_{\text{вх}}$ - потребляемая мощность из контактной сети.

Для ЭП20 КПД в длительном режиме достигает 0,88-0,90, в то время как у ЭП1М - около 0,855 [4]. Это обеспечивает общее снижение удельного расхода электроэнергии на 10-15% в оптимальных условиях.

Удельный расход энергии определяется формулой:

$$e = \frac{E}{m \cdot L}, \quad (2)$$

где E - потребленная энергия (кВт·ч);
 m - масса поезда (тыс. т);
 L - пройденное расстояние (км).

Сравнение удельного расхода электроэнергии в зависимости от массы поезда представлено на рисунке 2.

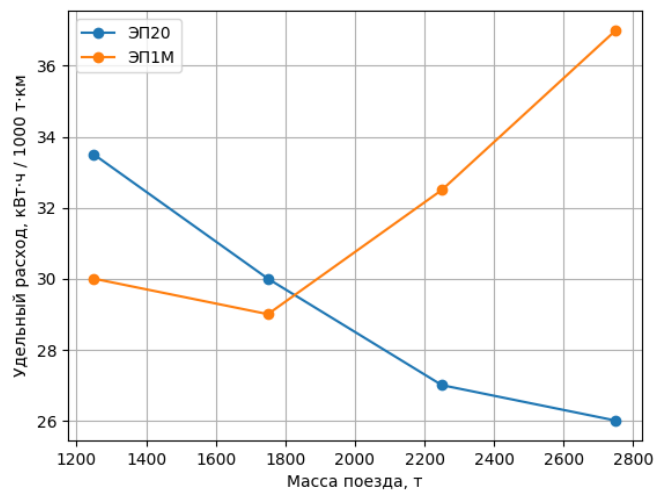


Рисунок 2 – Удельный расход энергии в зависимости от массы поезда у локомотивов ЭП20 и ЭП1М

Удельный расход электроэнергии на переменном токе у обоих локомотивов близок (~28 кВт·ч/1000 т·км), но на постоянном токе ЭП20 может потреблять больше при низкой нагрузке. На сложных профилях (подъёмы 8-9%)

ЭП20 ведёт более тяжёлые поезда (до 2272 т в отличие от ЭП1М 1636 т), экономя 20-25 % энергии [4; 5]. Рекуперация возвращает до 20 % энергии против 15 % у ЭП1М [4].

Жёсткие тяговые характеристики асинхронного привода с поосным регулированием повышают реализацию сцепления на 5-10 %, ускоряя разгон до 100 км/ч на 15-20 %. Сила тяги ЭП20 сохраняет плато мощности до максимальной скорости, тогда как у ЭП1М резко падает после 70-80 км/ч [1].

Надёжность асинхронного привода выше: межремонтный пробег 1,2 млн км (в отличие от ЭП1М с 0,8 млн км), срок службы 40 лет (у ЭП1М - 30), снижение затрат на обслуживание на 30-40 % за счёт отсутствия щёток и коллектора, в то время как ЭП1М требует регулярного обслуживания коллекторно-щеточного узла [3; 9].

ЭП20 сокращает время в пути на 10-15 % и экономит 25-30 % энергии на маршрутах типа Москва-Адлер. Окупаемость повышенной начальной стоимости происходит за 5-7 лет благодаря снижению эксплуатационных расходов [4; 8].

Для удобства сравнения основные показатели энергоэффективности и эксплуатационной надёжности сведены в таблицу 1.

Таблица 1 - Сравнительная таблица ключевых показателей эффективности электровозов ЭП20 и ЭП1М

Параметр	ЭП20 (асинхронный)	ЭП1М (коллекторный)
Мощность часового режима, кВт	7200	4700-5000
КПД в длительном режиме	0,88-0,90	0,855
Удельный расход (перем. ток), кВт·ч/1000 т·км	~28	~28
Экономия на сложных профилях	до 20-25 %	-
Реализация сцепления	+5-10 %	базовая
Возврат энергии при рекуперации, %	до 20	до 15
Межремонтный пробег, млн км	1,2	0,8
Снижение затрат на ТО, %	30-40	-

Асинхронный тяговый привод электровоза ЭП20 демонстрирует явное превосходство над коллекторным приводом ЭП1М по энергоэффективности, тягово-динамическим свойствам и эксплуатационной надёжности. Это делает

его более предпочтительным решением для современных скоростных и смешанных линий [7; 8].

Список литературы:

1. Бакланов А. А., Есин Н. В., Шиляков А. П. Анализ тягово-энергетической эффективности новых электровозов // Бюллетень результатов научных исследований. 2017. № 4. С. 5-10. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-tyagovo-energeticheskoy-effektivnosti-novyh-elektrovozov> (дата обращения: 10.02.2026).
2. Андриященко А. А., Зарифьян А. А., Колпахчян П. Г. Показатели энергетической эффективности пассажирских электровозов с асинхронным тяговым приводом при питании от сети постоянного тока // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2015. № 2. С. 21-29. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pokazateli-energeticheskoy-effektivnosti-passazhirskih-elektrovozov-s-asinhronnym-tyagovym-privodom-pri-pitanii-ot-seti-postoyannogo> (дата обращения: 10.02.2026).
3. Аулов Е. В., Кучумов В. А., Коссов Е. Е., Широченко Н. Н. Учет энергопотребления пассажирских электровозов в локомотивных эксплуатационных депо // Вестник ВНИИЖТ. 2018. Т. 77. № 5. С. 280-287. DOI: 10.21780/2223-9731-2018-77-5-280-287. URL: <https://www.journal-vniizht.ru/jour/article/view/209> (дата обращения: 10.02.2026).
4. Андриященко, А. А. Повышение энергетической эффективности пассажирских электровозов с асинхронным тяговым приводом / А. А. Андриященко, А. А. Зарифьян, П. Г. Колпахчян // Известия Петербургского университета путей сообщения. - 2015. - № 4(45). - С. 5-14. - EDN VJKBUX.
5. ЭП20 «Олимп». Описание и технические сведения // Railtrain.pro. URL: <https://railtrain.pro/yep20> (дата обращения: 10.02.2026).
6. Пассажирский электровоз переменного тока ЭП1М. Информация и технические данные // Transmashholding.ru URL: <https://tmholding.ru/products/passazhirskie/elektrovozy-peremennogo-toka-ep1m-p> (дата обращения: 10.02.2026).
7. Рябко, К. А. Комплексный показатель оценки эффективности различных видов тяги шахтных подвесных монорельсовых локомотивов / К. А. Рябко // Горная энергомеханика и автоматика : Материалы XXI Международной научно-технической конференции, посвященной 100-летию ДонНТУ, Донецк, 27-29 октября 2021 года. - Донецк: Донецкий национальный технический университет, 2021. - С. 37-42. - EDN ILBLXN.
8. Рябко, К. А. Анализ преимуществ электровоза 2ЭС5К в сравнении с электровозом ВЛ80С для Юго-Восточной железной дороги / К. А. Рябко // Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2025") : Сборник статей Международной научно-практической конференции, Воронеж, 23-25 апреля 2025 года. - Воронеж: Ростовский государственный университет путей сообщений, 2025. - С. 232-237. - EDN SSWSPK.

9. Рябко, К. А. Неисправности электрических машин электровозов ЭП1М и причины их возникновения / К. А. Рябко // Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2025") : Сборник статей Международной научно-практической конференции, Воронеж, 23-25 апреля 2025 года. - Воронеж: Ростовский государственный университет путей сообщений, 2025. - С. 237-241. - EDN WQWLDG.