

# РЕМОНТ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

Иван Грешник



ОТ ДИАГНОСТИКИ  
ДО РЕМОНТА



АККУМУЛЯТОРЫ,  
КОНТРОЛЛЕРЫ, МОТОРЫ



ЭЛЕКТРОСАМОКАТЫ,  
ЭЛЕКТРОВЕЛОСИПЕДЫ,  
МОНОКОЛЕСА, СИГВЕИ



ПРАКТИЧЕСКИЕ СХЕМЫ  
И ПОЛЕЗНЫЕ СОВЕТЫ



ТЕОРИЯ, ОПЫТ, ПРАКТИКА —  
ВСЁ ДЛЯ НАДЁЖНОГО РЕМОНТА



# Иван Грешник

# Ремонт электротранспорта

*<https://litres.ru/74359363>*

*SelfPub; 2026*

## Аннотация

Электротранспорт стремительно становятся частью повседневной жизни, а вместе с этим растёт потребность в их качественном обслуживании и ремонте. Однако большинство информации по устройству электротранспорта разрознено, а практических руководств на русском языке по-прежнему недостаточно.

Эта книга представляет собой подробное практическое руководство по диагностике, обслуживанию и ремонту современного электротранспорта. В ней последовательно рассмотрены устройство электротранспорта, механические узлы, основы электротехники, электронные компоненты, аккумуляторные батареи, контроллеры, двигатели, методы поиска неисправностей и особенности ремонта наиболее распространённых моделей.

# Содержание

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| Ремонт электротранспорта                                         | 18 |
| Часть I. Основы                                                  | 19 |
| Глава 1. Введение                                                | 19 |
| Глава 2. Устройство современного электротранспорта               | 24 |
| 2.1 Что такое современный электротранспорт                       | 24 |
| 2.2 Почему большинство моделей устроены одинаково                | 25 |
| 2.3 Из каких систем состоит электротранспорт                     | 26 |
| 2.4 Как взаимодействуют все системы                              | 29 |
| 2.5 Основные узлы современного электротранспорта                 | 30 |
| 2.6 Почему важно понимать устройство, а не запоминать инструкции | 32 |
| 2.7 Итоги главы                                                  | 32 |
| Глава 3. Инструменты мастера                                     | 36 |
| 3.1 Почему хороший инструмент так важен                          | 36 |
| 3.2 Организация рабочего места                                   | 37 |
| 3.3 Классификация инструментов                                   | 38 |
| 3.4 Ручной инструмент                                            | 38 |
| 3.5 Велосипедный инструмент                                      | 41 |

|                                                        |    |
|--------------------------------------------------------|----|
| 3.7 Электроинструмент                                  | 43 |
| 3.8 Паяльное оборудование                              | 44 |
| 3.9 Диагностическое оборудование                       | 44 |
| 3.10 Инструменты для обслуживания аккумуляторов        | 45 |
| 3.11 Расходные материалы                               | 46 |
| 3.12 Уход за инструментом                              | 46 |
| Совет мастера                                          | 47 |
| Итоги главы                                            | 48 |
| Глава 4. Техника безопасности                          | 51 |
| 4.1 Почему безопасность стоит на первом месте          | 51 |
| 4.2 Подготовка рабочего места                          | 52 |
| 4.3 Средства индивидуальной защиты                     | 53 |
| 4.4 Безопасность при работе с инструментом             | 53 |
| 4.5 Электробезопасность                                | 54 |
| 4.6 Безопасность при работе с аккумуляторами           | 55 |
| 4.7 Безопасность при пайке                             | 56 |
| 4.8 Безопасность при работе с вращающимися механизмами | 56 |
| 4.9 Работа с химическими веществами                    | 57 |
| 4.10 Подъем и фиксация транспортного средства          | 58 |
| 4.11 Пожарная безопасность                             | 58 |

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| 4.12 Что делать при аварийной ситуации                           | 59 |
| Частые ошибки начинающих мастеров                                | 60 |
| Совет мастера                                                    | 60 |
| Итоги главы                                                      | 61 |
| Глава 5. Как устроены все электровелосипеды<br>и электросамокаты | 64 |
| 5.1 Один принцип — тысячи моделей                                | 64 |
| 5.2 Основные системы любого<br>электротранспорта                 | 65 |
| Электрическая система                                            | 67 |
| Электронная система управления                                   | 68 |
| Силовая установка                                                | 68 |
| 5.3 Чем отличаются электровелосипед и<br>электросамокат          | 69 |
| 5.4 Почему неисправности у разных<br>моделей похожи              | 70 |
| 5.5 Универсальный подход к ремонту                               | 71 |
| 5.6 Что вы будете изучать дальше                                 | 72 |
| Итоги главы                                                      | 72 |
| Часть II. Механика                                               | 78 |
| Глава 6. Колёса                                                  | 78 |
| 6.1 Значение колёс в конструкции<br>электротранспорта            | 78 |
| 6.2 Устройство колеса                                            | 79 |
| 6.3 Основные типы колёс                                          | 80 |
| Спицованные колёса                                               | 80 |

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| Литые колёса                                        | 81 |
| Мотор-колёса                                        | 81 |
| 6.4 Размеры колёс                                   | 82 |
| 6.5 Покрышки                                        | 83 |
| 6.6 Камеры и бескамерные системы                    | 84 |
| Камерные                                            | 84 |
| Бескамерные                                         | 84 |
| 6.7 Подшипники                                      | 85 |
| 6.8 Типичные неисправности                          | 86 |
| 6.9 Осмотр колеса                                   | 86 |
| 6.10 Основные правила обслуживания                  | 87 |
| Совет мастера                                       | 88 |
| Итоги главы                                         | 88 |
| Глава 7. Покрышки и камеры                          | 91 |
| 7.1 Назначение покрышек                             | 91 |
| 7.2 Устройство покрышки                             | 92 |
| 7.3 Из каких материалов изготавливаются<br>покрышки | 92 |
| 7.4 Типы покрышек                                   | 93 |
| Дорожные                                            | 93 |
| Универсальные                                       | 94 |
| Внедорожные                                         | 94 |
| Полуслики                                           | 95 |
| Полностью гладкие (слики)                           | 95 |
| 7.5 Маркировка покрышек                             | 95 |
| 7.6 Давление в шинах                                | 96 |

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| 7.7 Камеры                             | 97  |
| 7.8 Бескамерные системы                | 97  |
| 7.9 Основные причины повреждений       | 98  |
| 7.10 Диагностика покрышек              | 98  |
| 7.11 Как снять колесо                  | 99  |
| 7.12 Как снять покрышку                | 99  |
| 7.13 Проверка камеры                   | 100 |
| 7.14 Ремонт камеры                     | 101 |
| 7.15 Установка новой камеры            | 101 |
| 7.16 Балансировка давления             | 102 |
| 7.17 Советы по увеличению срока службы | 102 |
| Типичные ошибки начинающих мастеров    | 103 |
| Совет мастера                          | 103 |
| Итоги главы                            | 104 |
| Глава 8. Подшипники                    | 107 |
| 8.1 Что такое подшипник                | 107 |
| 8.2 Где используются подшипники        | 108 |
| 8.3 Принцип работы                     | 108 |
| 8.4 Устройство шарикового подшипника   | 109 |
| 8.5 Основные типы подшипников          | 109 |
| Радиальные шариковые                   | 110 |
| Радиально-упорные                      | 110 |
| Игольчатые                             | 110 |
| Конические роликовые                   | 110 |
| Насыпные шарики                        | 110 |
| 8.6 Закрытые и открытые подшипники     | 111 |

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| 8.7 Маркировка подшипников               | 111 |
| 8.8 Смазка подшипников                   | 112 |
| 8.9 Основные причины выхода из строя     | 112 |
| 8.10 Признаки неисправности              | 113 |
| 8.11 Диагностика                         | 114 |
| 8.12 Демонтаж подшипников                | 114 |
| 8.13 Установка новых подшипников         | 115 |
| 8.14 Типичные ошибки начинающих мастеров | 116 |
| Совет мастера                            | 116 |
| Итоги главы                              | 117 |
| Глава 9. Тормозная система               | 120 |
| 9.1 Значение тормозной системы           | 120 |
| 9.2 Принцип работы тормозов              | 121 |
| 9.3 Основные виды тормозов               | 121 |
| Механические дисковые тормоза            | 121 |
| Гидравлические дисковые тормоза          | 122 |
| Барabanные тормоза                       | 123 |
| Ободные тормоза                          | 123 |
| 9.4 Основные элементы тормозной системы  | 124 |
| 9.5 Тормозные диски                      | 124 |
| 9.6 Тормозные колодки                    | 125 |
| 9.7 Диагностика тормозной системы        | 126 |
| 9.8 Типичные неисправности               | 126 |
| 9.9 Регулировка механических тормозов    | 127 |
| 9.10 Замена тормозных колодок            | 127 |

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| 9.11 Прокачка гидравлических тормозов         | 128 |
| 9.12 Очистка тормозной системы                | 129 |
| 9.13 Советы по эксплуатации                   | 129 |
| Типичные ошибки начинающих мастеров           | 130 |
| Совет мастера                                 | 130 |
| Итоги главы                                   | 131 |
| Глава 10. Рулевое управление                  | 134 |
| 10.1 Назначение рулевого управления           | 134 |
| 10.2 Основные элементы рулевого<br>управления | 135 |
| 10.3 Руль                                     | 135 |
| 10.4 Вынос руля                               | 136 |
| 10.5 Рулевая колонка                          | 137 |
| 10.6 Вилка                                    | 138 |
| 10.7 Рулевая стойка электросамоката           | 138 |
| 10.8 Механизм складывания                     | 139 |
| 10.9 Грипсы                                   | 139 |
| 10.10 Органы управления                       | 140 |
| 10.11 Диагностика рулевого управления         | 141 |
| 10.12 Типичные неисправности                  | 141 |
| 10.13 Обслуживание                            | 142 |
| 10.14 Замена руля                             | 142 |
| Типичные ошибки начинающих мастеров           | 143 |
| Совет мастера                                 | 144 |
| Итоги главы                                   | 144 |
| Глава 11. Рулевая колонка                     | 148 |

|                                           |     |
|-------------------------------------------|-----|
| 11.1 Назначение рулевой колонки           | 148 |
| 11.2 Принцип работы                       | 149 |
| 11.3 Основные элементы рулевой колонки    | 149 |
| 11.4 Основные типы рулевых колонок        | 150 |
| Резьбовая рулевая колонка                 | 150 |
| Безрезьбовая (Ahead)                      | 150 |
| Интегрированная                           | 151 |
| Полуинтегрированная                       | 151 |
| 11.5 Подшипники рулевой колонки           | 152 |
| 11.6 Причины появления люфта              | 152 |
| 11.7 Диагностика рулевой колонки          | 153 |
| 11.8 Разборка рулевой колонки             | 154 |
| 11.9 Осмотр деталей                       | 154 |
| 11.10 Смазка                              | 155 |
| 11.11 Сборка и регулировка                | 156 |
| 11.12 Типичные ошибки начинающих мастеров | 156 |
| 11.13 Обслуживание                        | 157 |
| Совет мастера                             | 157 |
| Итоги главы                               | 158 |
| Глава 12. Подвеска                        | 161 |
| 12.1 Назначение подвески                  | 161 |
| 12.2 Принцип работы подвески              | 162 |
| 12.3 Основные элементы подвески           | 162 |
| 12.4 Передняя подвеска                    | 163 |
| 12.5 Задняя подвеска                      | 164 |

|                                                |     |
|------------------------------------------------|-----|
| 12.6 Основные типы подвесок                    | 165 |
| Пружинная                                      | 165 |
| Воздушная                                      | 165 |
| Эластомерная                                   | 166 |
| Комбинированная                                | 166 |
| 12.7 Регулировки подвески                      | 166 |
| 12.8 Диагностика подвески                      | 167 |
| 12.9 Основные неисправности                    | 168 |
| 12.10 Обслуживание                             | 168 |
| 12.11 Замена амортизатора                      | 169 |
| 12.12 Уход за подвеской                        | 169 |
| Типичные ошибки начинающих мастеров            | 170 |
| Совет мастера                                  | 171 |
| Итоги главы                                    | 171 |
| Глава 13. Складывающийся механизм              | 174 |
| 13.1 Назначение складывающего механизма        | 174 |
| 13.2 Принцип работы                            | 175 |
| 13.3 Основные элементы складывающего механизма | 175 |
| 13.4 Основные типы механизмов                  | 176 |
| Крючковый механизм                             | 176 |
| Рычажный механизм                              | 177 |
| Эксцентриковый механизм                        | 177 |
| Комбинированный механизм                       | 177 |
| 13.5 Нагрузки на складывающийся механизм       | 177 |
| 13.6 Причины появления люфта                   | 178 |

|                                           |     |
|-------------------------------------------|-----|
| 13.7 Диагностика                          | 179 |
| 13.8 Разборка                             | 179 |
| 13.9 Осмотр деталей                       | 180 |
| 13.10 Сборка и регулировка                | 181 |
| 13.11 Обслуживание                        | 182 |
| 13.12 Основные неисправности              | 182 |
| Типичные ошибки начинающих мастеров       | 183 |
| Совет мастера                             | 183 |
| Итоги главы                               | 184 |
| Глава 14. Цепь и трансмиссия              | 187 |
| 14.1 Что такое трансмиссия                | 187 |
| 14.2 Основные элементы трансмиссии        | 188 |
| 14.3 Принцип работы                       | 188 |
| 14.4 Цепь                                 | 189 |
| 14.5 Виды цепей                           | 190 |
| 14.6 Передние звёзды                      | 190 |
| 14.7 Кассета и трещотка                   | 191 |
| 14.8 Переключатель передач                | 191 |
| 14.9 Каретка                              | 192 |
| 14.10 Диагностика трансмиссии             | 192 |
| 14.11 Обслуживание цепи                   | 193 |
| 14.12 Замена цепи                         | 194 |
| 14.13 Регулировка переключателя           | 194 |
| 14.14 Основные неисправности              | 195 |
| 14.15 Типичные ошибки начинающих мастеров | 195 |

|                                                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----|
| Совет мастера                                         | 196 |
| Итоги главы                                           | 196 |
| Глава 15. Каретка                                     | 200 |
| 15.1 Назначение каретки                               | 200 |
| 15.2 Принцип работы                                   | 200 |
| 15.3 Основные элементы каретки                        | 201 |
| 15.4 Основные типы кареток                            | 202 |
| Картриджная каретка                                   | 202 |
| Разборная каретка                                     | 202 |
| Каретка с внешними подшипниками                       | 203 |
| Press-Fit                                             | 203 |
| 15.5 Подшипники каретки                               | 203 |
| 15.6 Диагностика каретки                              | 204 |
| 15.7 Основные неисправности                           | 205 |
| 15.8 Демонтаж каретки                                 | 205 |
| 15.9 Установка новой каретки                          | 206 |
| 15.10 Каретка и система помощи<br>педалированию (PAS) | 207 |
| 15.11 Обслуживание                                    | 208 |
| Типичные ошибки начинающих мастеров                   | 208 |
| Совет мастера                                         | 209 |
| Итоги главы                                           | 209 |
| Глава 16. Педали                                      | 213 |
| 16.1 Назначение педалей                               | 213 |
| 16.2 Устройство педали                                | 213 |
| 16.3 Принцип работы                                   | 214 |

|                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------|-----|
| 16.4 Основные виды педалей                                    | 215 |
| Платформенные                                                 | 215 |
| Контактные                                                    | 215 |
| Комбинированные                                               | 216 |
| Складные                                                      | 216 |
| 16.5 Материалы изготовления                                   | 216 |
| 16.6 Подшипники педалей                                       | 217 |
| 16.7 Диагностика                                              | 217 |
| 16.8 Основные неисправности                                   | 218 |
| 16.9 Демонтаж педалей                                         | 219 |
| 16.10 Установка новых педалей                                 | 219 |
| 16.11 Обслуживание                                            | 220 |
| 16.12 Педали и система PAS                                    | 221 |
| Типичные ошибки начинающих мастеров                           | 221 |
| Совет мастера                                                 | 222 |
| Итоги главы                                                   | 222 |
| Глава 17. Смазка                                              | 225 |
| 17.1 Значение смазки                                          | 225 |
| 17.2 Почему нельзя использовать одну<br>смазку для всех узлов | 226 |
| 17.3 Основные виды смазок                                     | 226 |
| Литиевая смазка                                               | 226 |
| Кальциевая смазка                                             | 227 |
| Силиконовая смазка                                            | 227 |
| Смазки с PTFE (тефлоном)                                      | 228 |
| Керамические смазки                                           | 228 |

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| Медная противозадирная паста           | 229 |
| Графитовая смазка                      | 229 |
| Диэлектрическая смазка                 | 229 |
| 17.4 Смазки для цепи                   | 230 |
| Сухая смазка                           | 230 |
| Влажная смазка                         | 230 |
| Всесезонная смазка                     | 231 |
| 17.5 Где применяется смазка            | 231 |
| 17.6 Подготовка поверхности            | 232 |
| 17.7 Правильное нанесение              | 232 |
| 17.8 Периодичность обслуживания        | 233 |
| 17.9 Типичные ошибки                   | 233 |
| 17.10 Хранение смазочных материалов    | 234 |
| Совет мастера                          | 234 |
| Итоги главы                            | 235 |
| Глава 18. Болты и резьбовые соединения | 238 |
| 18.1 Значение резьбовых соединений     | 238 |
| 18.2 Основные виды крепежа             | 238 |
| 18.3 Материалы крепежа                 | 239 |
| 18.4 Классы прочности                  | 240 |
| 18.5 Типы резьбы                       | 240 |
| 18.6 Шайбы                             | 241 |
| 18.7 Момент затяжки                    | 241 |
| 18.8 Фиксаторы резьбы                  | 242 |
| 18.9 Противозадирные составы           | 243 |
| 18.10 Диагностика крепёжных соединений | 243 |

|                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------|-----|
| 18.11 Повреждение резьбы                                     | 244 |
| 18.12 Демонтаж крепежа                                       | 244 |
| 18.13 Установка крепежа                                      | 245 |
| Типичные ошибки начинающих мастеров                          | 246 |
| Совет мастера                                                | 246 |
| Итоги главы                                                  | 247 |
| Часть III. Электрика                                         | 251 |
| Глава 19. Основы электричества                               | 251 |
| 19.1 Почему мастеру необходимо знать<br>основы электричества | 251 |
| 19.2 Что такое электричество                                 | 252 |
| 19.3 Электрический заряд                                     | 252 |
| 19.4 Электрический ток                                       | 253 |
| 19.5 Напряжение                                              | 254 |
| 19.6 Сила тока                                               | 254 |
| 19.7 Сопротивление                                           | 255 |
| 19.8 Закон Ома                                               | 256 |
| 19.9 Электрическая мощность                                  | 256 |
| 19.10 Электрическая энергия                                  | 257 |
| 19.11 Постоянный и переменный ток                            | 257 |
| 19.12 Проводники и изоляторы                                 | 258 |
| 19.13 Электрическая цепь                                     | 259 |
| 19.14 Короткое замыкание                                     | 259 |
| 19.15 Электробезопасность                                    | 260 |
| Типичные ошибки начинающих мастеров                          | 261 |
| Совет мастера                                                | 261 |

|                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------|-----|
| Итоги главы                                                   | 262 |
| Глава 20. Закон Ома                                           | 265 |
| 20.1 Почему закон Ома является основой<br>всей электротехники | 265 |
| 20.2 История открытия закона Ома                              | 266 |
| 20.3 Что описывает закон Ома                                  | 266 |
| 20.4 Формула закона Ома                                       | 267 |
| 20.5 Как понять закон Ома без сложной<br>математики           | 267 |
| 20.6 Практический пример                                      | 268 |
| 20.7 Закон Ома в электротранспорте                            | 269 |
| 20.8 Что происходит при увеличении<br>напряжения              | 269 |
| Конец ознакомительного фрагмента.                             | 270 |

**Иван Грешник**

**Ремонт электротранспорта**

**Ремонт электротранспорта**

# **Часть I. Основы**

## **Глава 1. Введение**

Электротранспорт уже давно перестал быть экзотикой. Сегодня электровелосипеды, электросамокаты, моноколёса, электроскутеры и другие средства индивидуальной мобильности стали привычной частью городской жизни. Они помогают быстрее добираться до работы, экономят время и средства, снижают нагрузку на общественный транспорт и делают передвижение более удобным. Развитие технологий, совершенствование аккумуляторов и электродвигателей привели к тому, что электротранспорт стал доступным для миллионов людей.

Но, как и любая техника, он требует регулярного обслуживания. Даже самое качественное устройство со временем нуждается в замене расходных материалов, регулировке механизмов, диагностике электрической части и профилактике. Подшипники изнашиваются, тормоза требуют настройки, покрышки стираются, аккумуляторы постепенно теряют ёмкость, а электронные компоненты могут выходить из строя из-за перегрева, влаги, вибрации или естественного старения.

Большинство владельцев сталкиваются с неисправностями

ми уже в первые годы эксплуатации. Иногда это мелкие проблемы, которые можно устранить за несколько минут, а иногда — сложные поломки, требующие глубокого понимания устройства техники. Нередко владельцы обращаются в сервисные центры даже в тех случаях, когда ремонт можно выполнить самостоятельно при наличии необходимых знаний и простого набора инструментов.

При этом многие считают ремонт электротранспорта чрезвычайно сложным занятием. Существует мнение, что для этого необходимо иметь специальное техническое образование, дорогостоящее оборудование и многолетний опыт. На практике это не совсем так. Большинство современных моделей построены по одинаковым инженерным принципам. Несмотря на различия в дизайне, размерах, мощности и расположении компонентов, их конструкция основана на одних и тех же технических решениях.

Практически любой современный электровелосипед или электросамокат состоит из нескольких основных систем:

- несущей конструкции (рамы);
- механической части;
- электрической системы;
- электронной системы управления;
- аккумуляторной батареи;
- электродвигателя;
- органов управления.

Каждая из этих систем выполняет собственную задачу,

однако все они тесно связаны между собой. Неисправность даже одного небольшого элемента может повлиять на работу всего устройства. Именно поэтому грамотный ремонт начинается не с замены деталей, а с понимания того, как работает вся система в целом.

Главная цель этой книги — научить читателя мыслить как инженер и мастер. Вместо механического следования инструкциям вы постепенно научитесь понимать взаимосвязь между различными узлами, анализировать симптомы неисправностей и принимать технически обоснованные решения.

В книге рассматриваются не отдельные модели, а общие принципы устройства электротранспорта. Такой подход делает полученные знания универсальными. Освоив основные конструкции и методы диагностики, вы сможете работать с техникой различных производителей. Независимо от того, ремонтируете ли вы электровелосипед, электросамокат, электроскутер или другое средство индивидуальной мобильности, вы будете понимать, почему оно работает именно так и каким образом искать неисправности.

Материал построен по принципу постепенного обучения. Каждая новая глава опирается на знания, полученные ранее. Сначала вы познакомитесь с устройством электротранспорта, научитесь пользоваться инструментами и организовывать рабочее место. Затем изучите механические узлы, освоите их обслуживание и ремонт. После этого перейдёте к основам

электротехники и электроники, научитесь пользоваться измерительными приборами, читать электрические схемы, диагностировать неисправности и выполнять ремонт электронных компонентов.

Отдельные разделы посвящены аккумуляторным батареям, системам управления, бесщёточным электродвигателям, контроллерам, датчикам Холла, системам рекуперации энергии, современным средствам диагностики и поиску неисправностей. Практическая часть книги содержит пошаговые инструкции по обслуживанию наиболее распространённых узлов и рекомендации, основанные на опыте специалистов по ремонту.

Особое внимание уделено безопасности. Работа с литий-ионными аккумуляторами, силовой электроникой и вращающимися механизмами требует соблюдения определённых правил. Несоблюдение этих требований может привести к повреждению оборудования, короткому замыканию, возгоранию аккумуляторной батареи или получению травм. Поэтому вопросы безопасности будут сопровождать вас на протяжении всей книги и станут неотъемлемой частью любого ремонта.

Эта книга предназначена для широкого круга читателей. Она будет полезна владельцам электротранспорта, желающим самостоятельно обслуживать свою технику; начинающим мастерам, осваивающим новую профессию; сотрудникам сервисных мастерских; студентам технических специ-

альностей; преподавателям учебных центров; а также всем, кто интересуется устройством современных электрических транспортных средств.

Каждая глава сопровождается техническими схемами, авторскими иллюстрациями, пошаговыми инструкциями, таблицами, предупреждениями по безопасности, советами мастера и практическими примерами. Такой формат позволит не только прочитать материал, но и сразу применить полученные знания на практике.

Важно помнить, что хороший ремонт начинается не с отвёртки и не с паяльника. Он начинается с понимания принципов работы техники. Именно знание устройства каждого узла позволяет быстро находить причины неисправностей, принимать правильные решения и выполнять ремонт качественно, безопасно и профессионально.

Надеюсь, эта книга станет для вас не просто справочником, а настоящим проводником в мир современного электротранспорта. Независимо от того, хотите ли вы научиться обслуживать собственный электровелосипед, открыть мастерскую по ремонту или сделать обслуживание техники своей профессией, знания, изложенные на следующих страницах, помогут вам уверенно сделать первые шаги и постепенно перейти к более сложным задачам.

Добро пожаловать в мир ремонта электротранспорта.

# **Глава 2. Устройство современного электротранспорта**

## **2.1 Что такое современный электротранспорт**

Современный электротранспорт представляет собой техническое устройство, предназначенное для передвижения человека за счёт использования электрической энергии. В отличие от традиционных велосипедов или механических транспортных средств, здесь источником движения является электродвигатель, получающий питание от аккумуляторной батареи. Управление всеми процессами осуществляется электронной системой, которая контролирует работу двигателя, регулирует подачу мощности и обеспечивает безопасную эксплуатацию.

За последние годы электротранспорт стал одной из самых быстро развивающихся отраслей техники. Современные литий-ионные аккумуляторы стали легче и ёмче, бесщёточные двигатели — надёжнее и эффективнее, а электронные контроллеры научились точно регулировать мощность, экономить заряд батареи и обеспечивать плавное ускорение.

Сегодня к электротранспорту относятся:

электровелосипеды;  
электросамокаты;  
электроскутеры;  
моноколёса;  
гироскутеры;  
электрические трициклы;  
электрические грузовые велосипеды;  
персональные транспортные платформы.

Несмотря на внешние различия, большинство этих устройств построено по одним инженерным принципам.

## **2.2 Почему большинство моделей устроены одинаково**

Начинающие мастера часто ошибочно полагают, что каждая модель требует совершенно разных знаний. На самом деле это не так.

Практически любой современный электротранспорт состоит из одинаковых систем:

рама;  
подвеска;  
колёса;  
тормозная система;  
аккумулятор;

ВМС;  
контроллер;  
электродвигатель;  
органы управления;  
датчики;  
проводка.

Меняются размеры, форма корпуса, расположение компонентов и программное обеспечение, но принцип работы остаётся практически одинаковым.

Именно поэтому мастер, понимающий устройство одной модели, сможет достаточно быстро освоить ремонт большинства других моделей.

## **2.3 Из каких систем состоит электротранспорт**

Любой электротранспорт можно представить как совокупность нескольких взаимосвязанных систем.

### **Механическая система**

Она отвечает за физическое движение транспортного средства.

В неё входят:

рама;  
рулевая колонка;

подвеска;  
колёса;  
покрышки;  
тормоза;  
трансмиссия (для электровелосипедов);  
крепежные элементы.

Именно механическая часть испытывает основные нагрузки во время эксплуатации.

## **Электрическая система**

Она передаёт электрическую энергию от аккумулятора ко всем потребителям.

В неё входят:  
аккумулятор;  
силовые кабели;  
разъёмы;  
предохранители;  
зарядный разъём;  
проводка.

Основная задача этой системы — безопасная передача энергии с минимальными потерями.

## **Электронная система управления**

Это «мозг» электротранспорта.

Она принимает информацию от датчиков и управляет двигателем.

В неё входят:

контроллер;

дисплей;

ручка газа;

датчики Холла;

датчики тормозов;

датчик PAS;

микроконтроллер;

силовые MOSFET-транзисторы.

Именно эта система определяет, сколько мощности получает двигатель в каждый момент времени.

## **Энергетическая система**

Источником энергии служит аккумуляторная батарея.

Она состоит из:

литиевых элементов;

никелевых шин;

системы BMS;

температурных датчиков;

корпуса;

проводов.

Современный аккумулятор представляет собой сложную электронную систему, а не просто набор батареек.

## **Силовая система**

Главный элемент — электродвигатель.

Он преобразует электрическую энергию в механическое вращение.

Современный электротранспорт чаще всего использует бесщёточные двигатели постоянного тока (BLDC), отличающиеся высоким КПД, надёжностью и низкими требованиями к обслуживанию.

## **2.4 Как взаимодействуют все системы**

Работу электротранспорта можно представить как последовательную цепочку процессов.

Сначала аккумулятор накапливает электрическую энергию.

После включения питания контроллер начинает обмениваться информацией с дисплеем и проверяет состояние всех подключённых датчиков.

Когда водитель поворачивает ручку газа или начинает вращать педали (при наличии системы PAS), контроллер получает соответствующий сигнал.

На основании этого сигнала он рассчитывает необходи-

мую мощность и формирует импульсы, поступающие на обмотки двигателя.

Электродвигатель создаёт вращающий момент, который передаётся на колесо, приводя транспортное средство в движение.

Во время работы датчики Холла постоянно сообщают контроллеру положение ротора двигателя, благодаря чему система точно определяет момент переключения фаз и обеспечивает плавную работу двигателя.

При торможении контроллер получает сигнал от тормозных датчиков и немедленно отключает питание двигателя. На некоторых моделях одновременно активируется рекуперативное торможение, при котором часть кинетической энергии преобразуется обратно в электрическую и возвращается в аккумулятор.

Таким образом, все узлы работают как единый организм. Нарушение работы любого элемента отражается на функционировании всей системы.

## **2.5 Основные узлы современного электротранспорта**

Каждый мастер должен свободно ориентироваться в расположении основных компонентов.

К ключевым узлам относятся:

рама;

рулевая колонка;

вилка;

амортизаторы;

переднее колесо;

заднее колесо;

мотор-колесо;

аккумулятор;

контроллер;

дисплей;

ручка газа;

тормозные ручки;

тормозные механизмы;

зарядный разъём;

силовая проводка;

датчики Холла;

система PAS;

BMS;

предохранители.

Далее в книге каждый из этих узлов будет подробно рассмотрен: устройство, принцип работы, диагностика, обслуживание, типичные неисправности и методы ремонта.

## **2.6 Почему важно понимать устройство, а не запоминать инструкции**

Одна и та же неисправность может иметь разные причины. Например, двигатель перестал вращаться. Это не означает автоматически, что неисправен сам двигатель. Причиной могут быть:

- полностью разряженный аккумулятор;
- неисправная BMS;
- повреждение силового кабеля;
- отказ контроллера;
- неисправность ручки газа;
- выход из строя датчиков Холла;
- повреждение фазных проводов;
- программная ошибка контроллера.

Если мастер знает только последовательность замены деталей, он рискует потратить время и средства впустую. Если же он понимает принцип работы системы, диагностика становится логичной и последовательной.

## **2.7 Итоги главы**

Современный электротранспорт представляет собой

сложную, но хорошо организованную инженерную систему. Несмотря на разнообразие моделей, большинство из них построено по единым принципам и включает одинаковые механические, электрические и электронные узлы.

Именно поэтому основная задача мастера — научиться понимать эти принципы. Освоив устройство транспортного средства в целом, вы сможете уверенно переходить к изучению отдельных компонентов, выполнять диагностику, проводить техническое обслуживание и ремонтировать практически любые модели электротранспорта.

Следующая глава посвящена инструментам мастера. В ней мы подробно рассмотрим оборудование, без которого невозможно качественное обслуживание и ремонт: от простых шестигранных ключей до профессиональных измерительных приборов и паяльного оборудования.

# УСТРОЙСТВО СОВРЕМЕННОГО ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

## Что такое современный электротранспорт

Современный электротранспорт – это транспортные средства, которые приводятся в движение электрическим двигателем, питающимся от аккумуляторной батареи.

Он сочетает в себе высокую энергоэффективность, экологичность, низкий уровень шума и простоту обслуживания.

## Виды современного электротранспорта



Электросамокаты

Электровелосипеды

Электроскутеры

Моноколеса

Гироскутеры

## Пример устройства современного электросамоката





# Глава 3. Инструменты мастера

## 3.1 Почему хороший инструмент так важен

Любой качественный ремонт начинается не с разборки устройства, а с правильно выбранного инструмента. Даже опытный мастер не сможет выполнить работу аккуратно и безопасно, если использует неподходящие или некачественные приспособления.

Неправильно подобранный шестигранник может сорвать внутренние грани винта, дешёвые бокорезы — повредить провод, а неисправный мультиметр — привести к ошибочной диагностике. В результате простая работа превращается в сложный и дорогостоящий ремонт.

Хороший инструмент — это не роскошь, а инвестиция. Он позволяет выполнять работу быстрее, безопаснее и точнее, снижает вероятность повреждения деталей и повышает качество ремонта.

При этом начинающему мастеру не обязательно сразу покупать дорогостоящее профессиональное оборудование. Намного важнее понимать назначение каждого инструмента и постепенно формировать собственный комплект по мере роста опыта.

## 3.2 Организация рабочего места

Прежде чем приобретать инструмент, необходимо правильно организовать рабочее место.

Мастерская должна быть:

хорошо освещённой;

чистой;

сухой;

проветриваемой;

защищённой от попадания влаги;

оборудованной устойчивым рабочим столом.

Рабочая поверхность должна выдерживать вес электро-транспорта и быть устойчивой к воздействию масел, смазок и чистящих средств.

Рекомендуется использовать:

верстак с металлическим каркасом;

резиновый или полиуретановый коврик;

магнитные лотки для крепежа;

органайзеры для мелких деталей;

отдельные контейнеры для винтов и шайб.

Каждая группа инструментов должна иметь своё постоянное место хранения.

## **3.3 Классификация инструментов**

Для удобства изучения все инструменты можно разделить на несколько основных групп:

- ручной инструмент;
- измерительный инструмент;
- электрический инструмент;
- паяльное оборудование;
- специализированный велосипедный инструмент;
- диагностическое оборудование;
- оборудование для обслуживания аккумуляторов;
- вспомогательные принадлежности.

## **3.4 Ручной инструмент**

### **Шестигранные ключи**

Большинство крепёжных элементов современных электровелосипедов и электросамокатов выполнены под внутренний шестигранник.

Наиболее распространённые размеры:

2 мм;

2,5 мм;

3 мм;  
4 мм;  
5 мм;  
6 мм;  
8 мм;  
10 мм.

Лучше использовать длинные ключи из закалённой хромованадиевой стали с точной геометрией.

## **Ключи Torx**

Некоторые производители используют крепёж Torx.  
Наиболее востребованы размеры:

T10;  
T15;  
T20;  
T25;  
T30;  
T40.

## **Отвёртки**

В мастерской должны быть:  
крестовые PH1 и PH2;  
штицевые различных размеров;  
прецизионные отвёртки для электроники.

Желательно использовать отвёртки с магнитными нако-  
нечниками и удобной эргономичной рукояткой.

## **Торцевые головки**

Необходимы для работы с гайками осей колёс, подвески  
и других узлов.

Рекомендуемый набор:

8–24 мм;

трещотка;

удлинители;

карданный шарнир.

## **Разводной ключ**

Используется только в тех случаях, когда невозможно  
применить рожковый или накидной ключ подходящего раз-  
мера.

## **Пассатижи**

Применяются для удержания деталей, извлечения шплин-  
тов, изгиба металлических элементов.

## **Длинногубцы**

Позволяют работать в труднодоступных местах.

## **Бокорезы**

Используются для:

- обрезки пластиковых стяжек;
- перекусывания проводов;
- удаления старой изоляции.

## **Пинцеты**

Особенно полезны при ремонте электроники.

# **3.5 Велосипедный инструмент**

Для ремонта электровелосипедов необходимы специальные приспособления.

В их числе:

- съёмник кассеты;
- съёмник трещотки;
- съёмник шатунов;
- ключ каретки;
- выжимка цепи;
- измеритель износа цепи;

ключ спиц;  
конусные ключи;  
инструмент для установки ободов (при необходимости).

### **3.6 Измерительный инструмент**

#### **Рулетка**

Используется для измерения длины кабелей, размеров деталей и геометрии.

#### **Штангенциркуль**

Позволяет измерять:

диаметр осей;

толщину шайб;

посадочные места подшипников;

диаметр проводов.

Лучше использовать цифровую модель с точностью 0,01 мм.

#### **Микрометр**

Применяется при измерении деталей с высокой точностью.

## **Угольник**

Необходим для проверки геометрии элементов.

## **Линейка**

Используется для контроля прямолинейности поверхностей.

# **3.7 Электроинструмент**

Для некоторых операций значительно удобнее применять электроинструмент.

В мастерской могут использоваться:

аккумуляторный шуруповёрт (с ограничением крутящего момента);

мини-дрель (гравер) для аккуратной обработки деталей;

настольный сверлильный станок (при наличии мастерской);

строительный фен для термоусадки;

компрессор для продувки и очистки.

При работе с электроинструментом следует соблюдать осторожность: высокая скорость вращения может повредить крепёж, пластиковые детали или резьбу.

## **3.8 Паяльное оборудование**

Ремонт электроники невозможен без качественного паяльного оборудования.

Рекомендуемый комплект:

паяльная станция с регулировкой температуры;

сменные жала разных форм;

подставка для паяльника;

латунная стружка или губка для очистки жала;

припой с канифольным сердечником;

флюс;

оплётка для удаления припоя;

вакуумный отсос припоя;

термоусадочные трубки;

термофен.

В дальнейшем отдельная глава книги будет посвящена правильной пайке электронных компонентов.

## **3.9 Диагностическое оборудование**

Современный мастер должен уметь не только разбирать устройство, но и проводить диагностику.

Минимальный набор включает:

цифровой мультиметр;

тестер целостности цепи;

USB-тестер (при работе с аксессуарами);

лабораторный блок питания;

клещи для измерения постоянного тока;

измеритель внутреннего сопротивления аккумуляторных элементов (при наличии).

В профессиональной мастерской также могут использоваться осциллограф и анализатор логических сигналов, однако для большинства ремонтных работ они не являются обязательными.

## **3.10 Инструменты для обслуживания аккумуляторов**

Работа с аккумуляторными батареями требует особой аккуратности.

Полезно иметь:

никелевую ленту;

аппарат точечной сварки;

изолирующие прокладки;

каптоновую ленту;

термоусадочную плёнку;

пластиковые держатели элементов;  
термостойкий коврик.

Все операции с литий-ионными элементами следует выполнять только после изучения правил безопасности, которые будут подробно рассмотрены в последующих главах.

## **3.11 Расходные материалы**

В мастерской постоянно используются:

пластиковые кабельные стяжки;

изолента;

термоусадочные трубки;

очиститель контактов;

обезжириватель;

силиконовая смазка;

литиевая смазка;

фиксатор резьбы средней прочности;

ветошь без ворса;

одноразовые перчатки.

## **3.12 Уход за инструментом**

Даже самый качественный инструмент требует регулярного обслуживания.

После работы рекомендуется:

- очищать инструмент от загрязнений;
- удалять остатки смазки;
- хранить его в сухом месте;
- защищать металлические поверхности от коррозии;
- своевременно заменять изношенные или повреждённые инструменты.

Использование неисправного инструмента может привести к повреждению деталей и травмам.

## **Совет мастера**

Покупайте инструмент постепенно. Сначала приобретите качественный базовый набор, который будет использоваться ежедневно. По мере накопления опыта дополняйте его специализированными приспособлениями. Один надёжный инструмент прослужит многие годы и окажется выгоднее нескольких дешёвых замен.

## **Итоги главы**

Инструмент — это продолжение рук мастера. Правильный выбор оборудования, грамотная организация рабочего места и бережное отношение к инструменту позволяют выполнять ремонт быстрее, безопаснее и качественнее. Освоив базовый комплект, вы будете готовы к изучению практических операций, которые рассматриваются в следующих главах книги.

# ИНСТРУМЕНТЫ МАСТЕРА

Качественный ремонт электротранспорта невозможен без правильного инструмента.  
Ниже приведён основной набор инструментов, который должен быть у каждого мастера.

## Ручной инструмент



Набор ключей



Набор шестигранников



Отвёртки



Пассатижи, бокорезы



Разводной ключ

## Специализированный инструмент



Торцевой набор



Съёмник подшипников



Съёмник шатунов



Выжимка цепи



Съёмник кассеты

## Электроизмерительный инструмент



Мультиметр



Токовые клещи



Осциллограф



Тестер напряжения



Мегаомметр

## Инструмент для электрики



Паяльная станция



Припой



Оловотсос



Термоусадочные трубки



Кримпер

## Инструмент для обслуживания



Шприц для смазки



Смазочные материалы



Щётки для чистки



Очиститель контактов



Т-образные ключи

## Дополнительный инструмент



Резиновый молоток



Монтажные лопатки



Динамометрический ключ



Хомуты



Магнитный лоток



Совет мастера



# Глава 4. Техника безопасности

## 4.1 Почему безопасность стоит на первом месте

Любой ремонт начинается с обеспечения безопасности. Это правило одинаково важно как для начинающего любителя, так и для профессионального мастера. Большинство неисправностей электротранспорта можно устранить без особого риска, если соблюдать простые правила. Однако пренебрежение ими может привести к травмам, повреждению дорогостоящих компонентов или полному выходу устройства из строя.

Современный электротранспорт объединяет в себе механику, электротехнику и электронику. Во время ремонта мастер одновременно работает с острыми металлическими деталями, вращающимися механизмами, электрическими цепями и литий-ионными аккумуляторами. Каждая из этих систем требует внимательного отношения и соблюдения определённых правил.

Главный принцип безопасной работы можно сформулировать очень просто: **сначала подумайте, затем действуйте**. Не начинайте разборку, пока не понимаете, как устроен узел и какие последствия могут вызвать ваши дей-

## **4.2 Подготовка рабочего места**

Безопасность начинается задолго до первого прикосновения к инструменту.

Рабочее место должно быть:

хорошо освещено;

сухим;

чистым;

свободным от лишних предметов;

устойчивым;

хорошо проветриваемым.

На верстаке должно находиться только то оборудование, которое необходимо для текущей работы. Посторонние предметы отвлекают внимание и повышают риск случайного повреждения деталей.

Если используются растворители, очистители контактов или другие химические средства, необходимо обеспечить достаточную вентиляцию помещения.

Не рекомендуется работать вблизи открытого огня, нагревательных приборов или источников искр.

## **4.3 Средства индивидуальной защиты**

Даже при выполнении простых операций желательно использовать средства защиты.

Рекомендуется иметь:

защитные очки;

рабочие перчатки (в зависимости от вида работ);

защитную обувь с нескользящей подошвой;

респиратор при шлифовании или работе с большим количеством пыли;

антистатический браслет при ремонте чувствительной электроники.

Защитные очки особенно важны при работе с пружинами, стопорными кольцами, металлической стружкой и инструментами, способными вызвать разлёт мелких частиц.

## **4.4 Безопасность при работе с инструментом**

Перед началом работы убедитесь, что инструмент исправен.

Нельзя использовать:

треснувшие рукоятки;

деформированные отвёртки;  
изношенные шестигранники;  
повреждённые кабели электроинструмента;  
неисправные измерительные приборы.

Используйте инструмент только по его назначению. Например, отвёртка не должна заменять зубило, а пассатижи — гаечный ключ.

При работе с крепежом прикладывайте усилие плавно. Резкие движения могут привести к срыву граней болта или травме кисти.

## 4.5 Электробезопасность

Хотя большинство современных электровелосипедов и электросамокатов работают при сравнительно невысоком напряжении, их аккумуляторы способны отдавать очень большие токи. При случайном коротком замыкании возможно быстрое нагревание проводников, повреждение компонентов и возгорание.

Перед началом ремонта всегда:  
выключайте питание устройства;  
отключайте зарядное устройство;  
по возможности отсоединяйте аккумуляторную батарею;  
избегайте соприкосновения металлических инструментов

с силовыми контактами.

При измерении напряжения мультиметром выбирайте соответствующий диапазон измерений и проверяйте правильность подключения щупов.

Никогда не касайтесь одновременно двух оголённых силовых контактов металлическим инструментом.

## **4.6 Безопасность при работе с аккумуляторами**

Аккумуляторная батарея является одним из наиболее ответственных и потенциально опасных узлов электротранспорта.

Литий-ионные элементы требуют особенно аккуратного обращения.

Запрещается:

прокалывать элементы;

деформировать аккумулятор;

нагревать батарею выше допустимой температуры;

подвергать аккумулятор воздействию открытого огня;

разбирать батарею без необходимости;

использовать повреждённые элементы.

Если аккумулятор имеет следы механического повреждения, сильного нагрева, запах гари или заметное вздутие кор-

пуса, эксплуатацию следует немедленно прекратить.

Во время ремонта аккумулятор желательно располагать на негорючей поверхности вдали от легковоспламеняющихся материалов.

## **4.7 Безопасность при пайке**

Во время пайки следует соблюдать несколько простых правил:

- работать только на термостойкой поверхности;
- использовать вытяжку или хорошо проветриваемое помещение;
- не касаться нагретого жала паяльника;
- не оставлять включённый паяльник без присмотра;
- использовать подставку для паяльника;
- избегать попадания расплавленного припоя на кожу.

После завершения работы необходимо отключить оборудование от сети и дождаться его полного остывания.

## **4.8 Безопасность при работе с вращающимися механизмами**

Во время проверки двигателя или трансмиссии следует соблюдать особую осторожность.

Не допускается:

- касаться вращающихся частей руками;
- проводить измерения рядом с вращающимся колесом без необходимости;
- использовать свободно свисающую одежду;
- работать с длинными распущенными волосами возле движущихся механизмов.

Перед включением двигателя убедитесь, что транспортное средство надёжно закреплёно и не сможет самопроизвольно начать движение.

## **4.9 Работа с химическими веществами**

Во время ремонта применяются различные очистители, смазки и технические жидкости.

Используйте их только по назначению.

Не смешивайте разные химические составы без указаний производителя.

Избегайте попадания химических веществ:

- в глаза;
- на слизистые оболочки;
- на открытые участки кожи.

После окончания работы тщательно мойте руки.

## **4.10 Подъём и фиксация транспортного средства**

Перед разборкой необходимо обеспечить устойчивое положение устройства.

Для этого используются:

ремонтная стойка;

надёжный верстак;

специальные подставки;

противоскользящие опоры.

Никогда не выполняйте ремонт, если транспортное средство может неожиданно опрокинуться.

## **4.11 Пожарная безопасность**

В мастерской рекомендуется иметь:

порошковый огнетушитель;

противопожарное покрывало;

металлический контейнер для хранения повреждённых аккумуляторов;

ёмкость с сухим песком для локализации небольших возгораний.

Не загромождайте проходы и обеспечьте свободный доступ к выходу из помещения.

## **4.12 Что делать при аварийной ситуации**

Если во время ремонта произошло короткое замыкание, появился запах горелой изоляции или дым:

Немедленно прекратите работу.

Отключите питание устройства, если это можно сделать безопасно.

Не прикасайтесь к перегретым деталям голыми руками.

Дайте компонентам остыть.

Осмотрите устройство и установите причину неисправности перед повторным включением.

Если произошло возгорание аккумулятора, не пытайтесь продолжать ремонт. В первую очередь необходимо обеспечить безопасность людей и покинуть опасную зону при невозможности локализовать возгорание безопасными средствами.

# **Частые ошибки начинающих мастеров**

Работа с подключённым аккумулятором.

Использование неподходящего инструмента.

Разборка устройства без предварительной диагностики.

Хранение крепежа без сортировки.

Перетяжка резьбовых соединений.

Проверка вращающегося колеса руками.

Игнорирование защитных очков.

Работа в плохо освещённом помещении.

Большинство подобных ошибок легко предотвратить, если выработать привычку тщательно готовиться к каждой операции.

## **Совет мастера**

Не спешите. Большая часть серьёзных повреждений и травм происходит не из-за сложности ремонта, а из-за спешки, усталости или невнимательности. Если вы сомневаетесь в правильности своих действий, остановитесь, ещё раз изучите устройство узла и только после этого продолжайте работу.

## **Итоги главы**

Безопасность — не отдельный этап ремонта, а обязательная часть каждой операции. Соблюдение простых правил защищает мастера, сохраняет инструмент и позволяет избежать повреждения дорогостоящих компонентов. Профессионал отличается не только знаниями и опытом, но и дисциплиной. Именно ответственное отношение к безопасности делает ремонт качественным, предсказуемым и надёжным.

# ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Ремонт электротранспорта связан с работой с электричеством, механическими деталями и химическими веществами. Соблюдение правил безопасности помогает избежать травм, повреждения техники и возгорания.

## 4.1 Основные опасности



### Электрический ток

Высокое напряжение может привести к поражению электрическим током.



### Возгорание и взрыв

Аккумуляторы и электропровода могут загореться при коротком замыкании.



### Механические травмы

Острые кромки, вращающиеся детали и инструменты могут вызвать травмы.



### Химические вещества

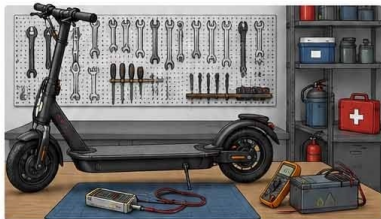
Электролит, чистящие средства и смазки могут быть опасны для здоровья.



### Падения и удары

Беспорядок на рабочем месте может привести к падению и травмам.

## 4.2 Общие правила безопасности



- ✓ Перед началом работы убедитесь, что питание отключено.
- ✓ Работайте в чистом, хорошо освещённом помещении.
- ✓ Используйте исправный инструмент и оборудование.
- ✓ Не работайте в состоянии усталости или болезни.
- ✓ Держите рабочее место в порядке.
- ✓ Соблюдайте правила хранения и зарядки аккумуляторов.

## 4.3 Средства индивидуальной защиты (СИЗ)



### Защитные очки

Защищают глаза от пыли, стружки и брызг.



### Перчатки диэлектрические

Защищают руки от поражения током и повреждений.



### Обувь с нескользящей подошвой

Снижает риск поскользывания и травм.



### Респиратор или маска

Защищает дыхательные пути при работе с пылью и химией.



### Защита слуха

Используйте при работе с шумным оборудованием.



### Рабочая одежда

Должна быть удобной, без висящих элементов.

## 4.4 Правила работы с электричеством

- ✓ Перед любыми работами отключайте аккумулятор.
- ✓ Проверьте отсутствие напряжения мультиметром.
- ✓ Не работайте с влажными руками.
- ✓ Не замыкайте контакты аккумулятора.
- ✓ Используйте инструменты с изолированными ручками.
- ✓ Соблюдайте полярность при подключении.
- ✓ Не вскрывайте аккумулятор без необходимости.
- ✓ При работе с высоким напряжением будьте особенно внимательны.



### ОПАСНО!

Напряжение аккумулятора может достигать 60–72 В и выше. Это опасно для жизни! Всегда отключайте питание перед ремонтом.

## 4.5 Правила работы с аккумуляторами

- ✗ Не допускайте короткого замыкания.
- ✗ Не прокалывайте и не деформируйте аккумулятор.
- ✗ Не подвергайте нагреву выше 60 °C.
- ✗ Используйте только подходящее зарядное устройство.
- ✗ Заряжайте в хорошо проветриваемом помещении.
- ✗ Не оставляйте зарядку без присмотра.
- ✗ Храните аккумуляторы вдали от горючих материалов.



### ВАЖНО!

Повреждённый или вздутый аккумулятор может загореться или взорваться. При обнаружении повреждений немедленно прекратите использование.

## 4.6 Что делать в экстренной ситуации



### При возгорании

- Используйте огнетушитель (порошковый или углекислотный).
- Не используйте воду для тушения аккумуляторов!



### При поражении током

- Отключите питание.
- Не прикасайтесь к пострадавшему голыми руками.
- Вызовите скорую помощь.



### При травмах

- Окажите первую помощь.
- При необходимости обратитесь к врачу.
- Сообщите о происшествии.



# **Глава 5. Как устроены все электровелосипеды и электросамокаты**

## **5.1 Один принцип — тысячи моделей**

Сегодня на рынке представлены сотни производителей электротранспорта. Каждый год появляются новые модели электровелосипедов и электросамокатов, отличающиеся дизайном, мощностью, запасом хода, типом подвески и дополнительными функциями. На первый взгляд кажется, что каждое устройство имеет собственную уникальную конструкцию.

Однако это впечатление обманчиво.

С инженерной точки зрения подавляющее большинство современных электровелосипедов и электросамокатов построено по одной и той же схеме. Производители изменяют внешний вид, материалы, расположение отдельных компонентов и программное обеспечение, но основные механические, электрические и электронные системы остаются практически одинаковыми.

Именно поэтому мастер, хорошо понимающий устройство одного электротранспортного средства, сможет обслужить

живать и ремонтировать большинство других моделей после небольшого знакомства с их конструктивными особенностями.

Главная задача этой главы — показать, что за разнообразием моделей скрывается единая инженерная логика.

## **5.2 Основные системы любого электротранспорта**

Любой современный электровелосипед или электросамокат можно разделить на шесть основных систем.

### **Несущая конструкция**

Основой устройства является рама.

Она объединяет все остальные узлы в единую конструкцию, воспринимает нагрузки во время движения и обеспечивает необходимую жёсткость.

На электровелосипеде рама обычно напоминает классическую велосипедную конструкцию. На электросамокате её роль выполняют дека, рулевая стойка и механизм складывания.

Материалами для изготовления рам чаще всего служат:  
алюминиевые сплавы;  
конструкционная сталь;  
магниевые сплавы;

углепластик (карбон) в дорогих моделях.

Несущая конструкция должна выдерживать не только вес водителя, но и динамические нагрузки, возникающие при разгоне, торможении и движении по неровной поверхности.

## **Ходовая часть**

Ходовая часть обеспечивает движение транспортного средства и контакт с дорогой.

В неё входят:

переднее колесо;

заднее колесо;

покрышки;

камеры (или бескамерные шины);

подшипники;

оси;

подвеска (если предусмотрена конструкцией).

Состояние ходовой части напрямую влияет на безопасность, комфорт и управляемость.

## **Система управления**

Система управления позволяет водителю контролировать движение.

Она включает:

руль;

- дисплей;
- ручку газа или курок акселератора;
- тормозные ручки;
- органы переключения режимов;
- кнопку включения;
- звуковой сигнал (при наличии).

На некоторых моделях дополнительно используются круиз-контроль, режимы мощности, управление через мобильное приложение и другие функции.

## **Электрическая система**

Электрическая система предназначена для передачи энергии.

В её состав входят:

- аккумуляторная батарея;
- силовые кабели;
- разъёмы;
- предохранители;
- зарядный разъём;
- проводка.

От качества соединений зависит надёжность всей конструкции.

## **Электронная система управления**

Электронная часть координирует работу всех компонентов.

Основным элементом является контроллер.

Он получает сигналы от органов управления и датчиков, обрабатывает их и формирует команды для двигателя.

Кроме контроллера используются:

датчики Холла;

дисплей;

ручка газа;

тормозные датчики;

система PAS (на электровелосипедах);

микроконтроллер;

силовые ключи.

Именно электронная система обеспечивает плавное ускорение, защиту двигателя и контроль различных режимов работы.

## **Силовая установка**

Силовая установка состоит из двигателя и связанных с ним компонентов.

Наиболее распространённым решением является мотор-колесо.

Оно объединяет двигатель и колесо в одном корпусе, что значительно упрощает конструкцию.

В некоторых электровелосипедах используется центральный двигатель, передающий вращение через цепную передачу.

Независимо от конструкции задача двигателя остаётся одинаковой — преобразовать электрическую энергию в механическое вращение.

## **5.3 Чем отличаются электровелосипед и электросамокат**

Несмотря на единые принципы, между ними существуют конструктивные различия.

**Электровелосипед:**

имеет педальный привод;

может использовать систему PAS;

чаще оснащается цепной передачей;

аккумулятор обычно расположен внутри рамы или на багажнике;

отличается большей устойчивостью на высоких скоростях.

## **Электросамокат:**

движение осуществляется только электродвигателем (если не предусмотрен иной режим);

двигатель обычно встроен в колесо;

аккумулятор располагается в деке;

имеет складывающийся механизм;

отличается компактностью и меньшими размерами.

Несмотря на эти различия, принципы диагностики и ремонта многих узлов совпадают.

## **5.4 Почему неисправности у разных моделей похожи**

Практически все распространённые проблемы электро-транспорта связаны с одними и теми же узлами.

Наиболее частые неисправности:

разряд или деградация аккумулятора;

повреждение проводки;

отказ контроллера;

износ подшипников;

проколы шин;

износ тормозных элементов;

повреждение датчиков Холла;

ослабление крепёжных соединений;

попадание влаги внутрь корпуса.

Это объясняется тем, что независимо от производителя используются схожие технические решения и компоненты.

## **5.5 Универсальный подход к ремонту**

Хороший мастер не запоминает ремонт каждой модели отдельно. Он понимает принципы работы системы и применяет их к конкретной конструкции.

Универсальный алгоритм диагностики выглядит следующим образом:

Осмотр устройства.

Проверка механической части.

Проверка аккумулятора.

Проверка электрических соединений.

Диагностика контроллера.

Проверка двигателя.

Проверка датчиков.

Контрольная сборка и тестирование.

Такой порядок позволяет значительно сократить время поиска неисправности и избежать ненужной замены исправных компонентов.

## **5.6 Что вы будете изучать дальше**

В следующих частях книги каждая система будет подробно рассмотрена отдельно.

Вы познакомитесь с устройством механических узлов, научитесь обслуживать колёса, тормоза, рулевое управление и подвеску. Затем перейдёте к электрической части, освоите работу с измерительными приборами и изучите основы электроники. После этого подробно разберёте устройство аккумуляторов, контроллеров, двигателей и научитесь выполнять полноценную диагностику электротранспорта.

Таким образом, к концу книги вы будете понимать не только устройство отдельных деталей, но и работу всей системы в целом.

## **Итоги главы**

Несмотря на огромное количество моделей, современные электровелосипеды и электросамокаты имеют общую инженерную основу. Они состоят из одинаковых механических, электрических и электронных систем, взаимодействующих между собой по единым принципам.

Освоив устройство этих систем, вы получите универсаль-

ные знания, которые сможете применять при ремонте большинства моделей, независимо от производителя и года выпуска. Именно понимание принципов, а не запоминание отдельных инструкций, делает мастера настоящим специалистом.

# КАК УСТРОЕНЫ ВСЕ ЭЛЕКТРОВЕЛОСИПЕДЫ И ЭЛЕКТРОСАМОКАТЫ

## ОДИН ПРИНЦИП — ТЫСЯЧИ МОДЕЛЕЙ

Несмотря на различия в дизайне, размере, мощности и комплектации, все современные электровелосипеды и электросамокаты построены по одному принципу. Различаются только компоненты и их характеристики, но суть работы остаётся одинаковой.

### ЕДИНЬЙ ПРИНЦИП РАБОТЫ



**1. АККУМУЛЯТОР**  
Хранит электрическую энергию.



**2. КОНТРОЛЛЕР**  
Управляет потоком энергии.



**3. ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ**  
Преобразует энергию в механическое движение.



**4. ДВИЖЕНИЕ**  
Колёса приводят транспорт в движение.

### 1. ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ЭЛЕКТРОВЕЛОСИПЕДА



### 2. ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ЭЛЕКТРОСАМОКАТА



### 3. В ЧЁМ МОГУТ ОТЛИЧАТЬСЯ МОДЕЛИ

| МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ                                                                                                        | Ёмкость и напряжение АККУМУЛЯТОРА                                                                                              | ТИП КОНТРОЛЛЕРА                                                                                                                               | ТИП ПРИВОДА                                                                                                                      | ПОДВЕСКА                                                                                                                                          | КОНСТРУКЦИЯ РАМЫ                                                                                                                | ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• 250 Вт</li> <li>• 500 Вт</li> <li>• 750 Вт</li> <li>• 1000 Вт и более</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 24 В</li> <li>• 36 В</li> <li>• 48 В</li> <li>• 52 В</li> <li>• 60 В и др.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Синусоидальный</li> <li>• Квадратный</li> <li>• С датчиками холла</li> <li>• Без датчиков</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Передний</li> <li>• Задний</li> <li>• Полный</li> <li>• Средний (кареточный)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Без подвески</li> <li>• Передняя вилка</li> <li>• Передняя и задняя</li> <li>• Пневматическая</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Складная</li> <li>• Носкользящая</li> <li>• Алюминиевая</li> <li>• Стальная</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Рекуперация</li> <li>• Круиз-контроль</li> <li>• Bluetooth / приложения</li> <li>• Сигнализация</li> </ul> |

### 4. ВЫВОД

Все электровелосипеды и электросамокаты построены по одному принципу: энергия из аккумулятора попадает на контроллер, который управляет

### ВАЖНО ПОМНИТЬ







# **Часть II. Механика**

## **Глава 6. Колёса**

### **6.1 Значение колёс в конструкции электротранспорта**

Колёса являются одним из важнейших элементов любого транспортного средства. Именно через них передаются все силы, возникающие при разгоне, торможении, поворотах и движении по неровной поверхности. От их состояния напрямую зависят безопасность, устойчивость, управляемость, плавность хода и эффективность работы электродвигателя.

В электротранспорте колесо выполняет сразу несколько функций. Оно не только обеспечивает контакт с дорожным покрытием, но и нередко является частью силовой установки. В большинстве современных электросамокатов и многих электровелосипедов двигатель встроен непосредственно в ступицу колеса, образуя так называемое мотор-колесо. В этом случае колесо становится одновременно механическим и электрическим узлом.

Во время эксплуатации колёса подвергаются значитель-

ным нагрузкам. На них воздействуют масса транспортного средства, вес водителя, динамические нагрузки при разгоне и торможении, удары от неровностей дороги, вибрации и боковые усилия в поворотах. Именно поэтому регулярный осмотр и своевременное обслуживание колёс являются обязательной частью технического обслуживания.

## **6.2 Устройство колеса**

Несмотря на различия между моделями, большинство колёс имеет одинаковую конструкцию.

Типичное колесо состоит из следующих элементов:

покрышка;

камера (или герметичная бескамерная система);

обод;

спицы (при наличии);

ниппель;

ступица;

подшипники;

ось;

дистанционные втулки;

шайбы;

гайки крепления.

Если используется мотор-колесо, дополнительно присут-

ствуют:

статор;

ротор с постоянными магнитами;

датчики Холла;

фазные провода;

сигнальный кабель.

Каждый элемент выполняет собственную функцию, и выход из строя даже небольшой детали способен привести к серьёзным проблемам при эксплуатации.

## **6.3 Основные типы колёс**

В современном электротранспорте применяются различные конструкции колёс.

### **Спицованные колёса**

Наиболее распространены на электровелосипедах.

Преимущества:

сравнительно небольшой вес;

высокая ремонтпригодность;

возможность замены отдельных спиц;

хорошее распределение ударных нагрузок.

Недостатки:

необходимость периодической протяжки спиц;  
возможное появление «восьмёрок»;  
более сложная сборка.

## **Литые колёса**

Часто используются на электросамокатах.

Преимущества:

высокая жёсткость;  
отсутствие спиц;  
не требуют центровки.

Недостатки:

большой вес;  
при сильном повреждении обычно заменяются целиком.

## **Мотор-колёса**

Самый распространённый вариант привода современного электротранспорта.

Двигатель располагается непосредственно внутри ступицы.

Такое решение позволяет:

отказаться от цепной передачи;

уменьшить количество движущихся деталей;  
снизить потребность в обслуживании;  
сделать конструкцию компактнее.

## **6.4 Размеры колёс**

Размер оказывает большое влияние на характеристики транспортного средства.

Небольшие колёса обеспечивают:

компактность;  
хорошую манёвренность;  
быстрый разгон.

Однако они хуже преодолевают препятствия.

Большие колёса обеспечивают:

более плавный ход;  
лучшую устойчивость;  
меньшую чувствительность к неровностям;  
повышение комфорта.

Наиболее распространённые размеры:

Электросамокаты:

8";  
8,5";  
10";  
11";

12".

Электровелосипеды:

20";

24";

26";

27,5";

29".

## 6.5 Покрышки

Покрышка является единственным элементом, непосредственно контактирующим с дорогой.

Она отвечает за:

сцепление;

устойчивость;

торможение;

комфорт;

защиту камеры.

При выборе покрышки учитывают:

размер;

ширину;

рисунок протектора;

допустимое давление;

условия эксплуатации.

Изношенная покрышка значительно увеличивает тормозной путь и ухудшает управляемость.

## **6.6 Камеры и бескамерные системы**

В электротранспорте применяются два основных типа шин.

### **Камерные**

Внутри покрышки располагается резиновая камера.

Преимущества:

простота ремонта;

невысокая стоимость.

Недостатки:

возможность защемления камеры;

риск проколов.

### **Бескамерные**

Воздух удерживается непосредственно внутри покрышки и обода.

Преимущества:

меньшая вероятность мгновенной потери давления;

возможность использования герметика;

более высокая устойчивость к проколам.

Недостатки:

более сложный монтаж;

необходимость герметичного соединения.

## **6.7 Подшипники**

Практически каждое колесо вращается на шариковых подшипниках.

Они обеспечивают:

плавное вращение;

снижение трения;

увеличение срока службы узла.

Признаки неисправности:

люфт;

шум;

тугое вращение;

заедание;

перегрев.

При обнаружении подобных симптомов подшипники необходимо заменить.

## 6.8 Типичные неисправности

Наиболее распространённые проблемы:

- прокол камеры;
- износ покрышки;
- повреждение обода;
- ослабление спиц;
- люфт подшипников;
- деформация оси;
- появление «восьмёрки»;
- нарушение балансировки;
- повреждение мотор-колеса.

Каждая из этих неисправностей будет подробно рассмотрена в следующих главах.

## 6.9 Осмотр колеса

Перед каждым ремонтом рекомендуется выполнить внешний осмотр.

Необходимо проверить:

- давление в шинах;
- состояние протектора;
- отсутствие трещин;

целостность спиц;  
надёжность крепления оси;  
свободное вращение;  
отсутствие посторонних шумов;  
состояние тормозного диска;  
отсутствие люфта.

Регулярный осмотр позволяет обнаружить большинство неисправностей ещё до их серьёзного развития.

## **6.10 Основные правила обслуживания**

Для увеличения срока службы колёс рекомендуется:  
поддерживать правильное давление;  
своевременно удалять грязь;  
регулярно проверять затяжку крепежа;  
контролировать состояние подшипников;  
осматривать покрышки после поездок по пересечённой местности;  
избегать сильных ударов о бордюры;  
своевременно заменять изношенные детали.

Профилактическое обслуживание значительно дешевле капитального ремонта.

## **Совет мастера**

Никогда не ограничивайтесь поиском одной очевидной неисправности. Если вы снимаете колесо из-за прокола, одновременно проверьте подшипники, состояние оси, крепёж, тормозной диск, проводку мотор-колеса и давление в шине после ремонта. Такой комплексный осмотр занимает всего несколько минут, но позволяет предотвратить множество будущих поломок.

## **Итоги главы**

Колёса являются одним из наиболее нагруженных узлов электротранспорта. Они объединяют механические элементы, а в случае мотор-колеса — ещё и электрическую часть. Понимание их устройства, регулярный осмотр и своевременное обслуживание позволяют значительно повысить безопасность эксплуатации и продлить срок службы всего транспортного средства.

В следующих главах мы подробно разберём устройство покрышек, камер, подшипников, тормозных систем и научимся выполнять их обслуживание и ремонт шаг за шагом.

# КОЛЁСА

Колёса — основа движения. От их состояния зависят скорость, управляемость, комфорт и безопасность. Устройство колеса электровелосипеда и электросамоката практически одинаково.

## 1. УСТРОЙСТВО КОЛЕСА



- 1 Покрышка  
Обеспечивает сцепление с дорогой и амортизацию.
- 2 Камера  
Держит давление воздуха внутри покрышки.
- 3 Обод  
Основа, к которой крепятся спицы и покрышка.
- 4 Спицы  
Соединяют обод со втулкой, придают жёсткость колесу.



- 5 Втулка  
Соединяет подшипники и передаёт вращение от оси к ободу.
- 6 Подшипники  
Обеспечивают свободное и плавное вращение колеса.
- 7 Ось  
Фиксирует колесо в вилке/раме.
- 8 Тормозной диск  
Обеспечивает эффективное торможение.
- 9 Звездочка/кассета  
Передаёт вращение на цепь (на велосипедах).
- 10 Колпачок/гайка  
Защищает ось и подшипники от грязи и влаги.

## 2. ТИПЫ КОЛЁС

### ДЛЯ ЭЛЕКТРОВЕЛОСИПЕДОВ



### ДЛЯ ЭЛЕКТРОСАМОКАТОВ



## 3. ТИПЫ ПОКРЫШЕК



- Городские (слик)**  
Для асфальта. Низкое сопротивление качению.
- Внедорожные (агрессивный протектор)**  
Для грунта, песка, грязи. Лучшее сцепление.
- Универсальные (полуслик)**  
Для смешанных условий. Оптимальный баланс.

## 4. РАЗМЕР МАРКИРОВКИ



### Примеры популярных размеров

|                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| 47-408 (20 x 1.75)   | 20 дюймов            |
| 54-507 (24 x 2.125)  | 24 дюйма             |
| 57-559 (26 x 2.25)   | 26 дюймов            |
| 57-584 (27.5 x 2.25) | 27.5 дюймов          |
| 62-622 (29 x 2.4)    | 29 дюймов            |
| 60-406 (8 x 2)       | 8 дюймов (самокаты)  |
| 70-406 (10 x 2.5)    | 10 дюймов (самокаты) |
| 80-406 (10 x 3)      | 10 дюймов (самокаты) |

## 5. НИППЕЛИ



**AV (автомобильный)**  
Schrader  
Надёжный, частый на электросамокатах и некоторых электровелосипедах.



**FV (французский)**  
Presta  
Лёгкий, узкий, используется на большинстве велосипедных колёс.



**DV (велосипедный)**  
Dunlop  
Устаревший тип, встречается реже.

## 6. КАК ПРОВЕРИТЬ КОЛЕСО



- ✓ Проверьте давление в шине.
- ✓ Прокрутите колесо и проверьте биение (вывер-виз и влево-вправо).
- ✓ Проверьте натяжение спиц (должны звенеть одинаково).
- ✓ Убедитесь в отсутствии люфтов в подшипниках.

## 8. ОБСЛУЖИВАНИЕ

- 1 Регулярно проверяйте давление в шинах.
- 2 Следите за износом протектора и боковин.
- 3 Проверяйте натяжение спиц и биение колёс.
- 4 Смазывайте подшипники раз в 6-12 месяцев.
- 5 После езды по грязи мойте и сушите колёса.

## 7. СНЯТИЕ И УСТАНОВКА КОЛЕСА

### ПЕРЕДНЕЕ КОЛЕСО

1. Открутите ось (эксцентрик/болты).
2. Снимите колесо с вилки.
3. При установке — убедитесь, что тормозной диск входит между колодками.



### ЗАДНЕЕ КОЛЕСО

1. Переверните цепь на маленькую звездочку.
2. Открутите ось/гайки.
3. Сдвиньте колесо вперёд, снимите цепь со звезды.
4. Установите колесо в обратном порядке, проверьте натяжение цепи и работу тормозов.



## 9. НЕИСПРАВНОСТИ И ИХ ПРИЧИНЫ

| Проблема                | Причина                                     | Решение                                        |
|-------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------|
| Колесо бьёт (восьмёрка) | Ослабли спицы / удар                        | Отрегулировать спицы или заменить обод         |
| Колесо туго крутится    | Грязь, износ подшипников, перетянута ось    | Очистить, смазать или заменить подшипники      |
| Слишком колесо          | Плохой, износ камеры, перекачивание ниппеля | Надуть и установить правильно, заменить камеру |



## 10. СОВЕТ МАСТЕРА

Качественные колёса и правильная обслуживание — залог надёжности





# Глава 7. Покрышки и камеры

## 7.1 Назначение покрышек

Покрышка является единственной частью электротранспорта, которая постоянно контактирует с дорожным покрытием. Через неё передаются все силы, возникающие во время движения: разгон, торможение, повороты, преодоление препятствий и удержание транспортного средства на дороге.

От состояния покрышек напрямую зависят:

- безопасность движения;
- длина тормозного пути;
- устойчивость в поворотах;
- плавность хода;
- уровень вибраций;
- эффективность работы двигателя;
- расход энергии аккумулятора;
- комфорт водителя.

Даже самая современная электроника не сможет компенсировать недостаточное сцепление шин с дорогой.

## **7.2 Устройство покрышки**

Несмотря на внешнюю простоту, современная покрышка представляет собой сложное инженерное изделие.

Основные элементы:

протектор;

плечевые зоны;

боковины;

каркас;

корд;

бортовые кольца;

посадочные борта;

внутренний герметизирующий слой (у бескамерных моделей).

Каждый элемент выполняет определённую функцию.

Протектор отвечает за сцепление с дорогой.

Каркас воспринимает основные нагрузки.

Боковины обеспечивают гибкость.

Бортовые кольца удерживают покрышку на ободе.

## **7.3 Из каких материалов изготавливаются покрышки**

Основой большинства современных покрышек является резиновая смесь, состоящая из:

- натурального каучука;
- синтетического каучука;
- технического углерода;
- силики;
- пластификаторов;
- вулканизирующих добавок.

Качество смеси определяет:

- износостойкость;
- эластичность;
- сцепление;
- сопротивление качению;
- срок службы.

## **7.4 Типы покрышек**

В электротранспорте используются несколько разновидностей.

### **Дорожные**

Предназначены для асфальта.

Особенности:

низкое сопротивление качению;  
тихая работа;  
высокая скорость.

## **Универсальные**

Подходят для смешанных условий эксплуатации.  
Используются чаще всего.

## **Внедорожные**

Имеют глубокий агрессивный протектор.  
Обеспечивают хорошее сцепление:  
на грунте;  
песке;  
грязи;  
снегу.

На асфальте быстрее изнашиваются и создают повышенный шум.

## **Полуслики**

Используются для города.

В центре имеют гладкую дорожку.

По краям располагаются элементы протектора.

## **Полностью гладкие (слики)**

Используются только на идеально ровном сухом покрытии.

## **7.5 Маркировка покрышек**

На каждой покрышке нанесена информация производителя.

Например:

20×4.0

Это означает:

20 — диаметр колеса.

4.0 — ширина покрышки.

Также встречаются обозначения:

ETRTO

ISO

Максимальное давление

Направление вращения

Дата производства

Максимальная нагрузка

## **7.6 Давление в шинах**

Правильное давление оказывает огромное влияние на работу электротранспорта.

При недостаточном давлении:

увеличивается сопротивление качению;

снижается запас хода;

быстрее изнашиваются боковины;

возрастает риск повреждения камеры;

ухудшается управляемость.

При избыточном давлении:

уменьшается площадь контакта;

ухудшается сцепление;

возрастает жёсткость;

увеличивается вероятность повреждения покрышки при ударе.

Проверять давление рекомендуется не реже одного раза в неделю.

## **7.7 Камеры**

Камера представляет собой герметичную эластичную оболочку, удерживающую воздух внутри покрышки.

Основные элементы:

корпус;

вентиль;

основание вентиля.

Наиболее распространены вентили:

Schrader (автомобильный)

Presta (велосипедный)

Dunlop

## **7.8 Бескамерные системы**

Во многих современных электросамокатах используются бескамерные шины.

Их преимущества:

меньшая вероятность мгновенного спуска;

возможность применения герметиков;

более плавная потеря давления при проколе.

Недостатки:

более сложный монтаж;

высокие требования к герметичности.

## **7.9 Основные причины повреждений**

Наиболее распространённые неисправности:

проколы;

порезы;

трещины;

старение резины;

разрыв камеры;

защемление камеры при монтаже;

повреждение вентиля;

расслоение каркаса;

деформация борта.

## **7.10 Диагностика покрышек**

При осмотре необходимо обратить внимание:

на глубину протектора;

наличие трещин;

порезы;  
вздутия;  
неравномерный износ;  
посторонние предметы;  
состояние боковин;  
состояние вентиля.

При обнаружении серьёзных повреждений эксплуатацию необходимо прекратить до устранения неисправности.

## **7.11 Как снять колесо**

Перед снятием:

Выключите питание.

Отсоедините аккумулятор (если конструкция позволяет).

При наличии мотор-колеса отсоедините разъём двигателя.

Ослабьте крепёж.

Аккуратно извлеките колесо.

Нельзя тянуть колесо за провод двигателя.

## **7.12 Как снять покрышку**

Для демонтажа потребуются:

монтажные лопатки;

насос;

ключи;

при необходимости — мыльный раствор.

Порядок работы:

Полностью выпустить воздух.

Отжать борта покрышки.

Завести монтажную лопатку под борт.

Последовательно снять один борт.

Извлечь камеру.

Снять второй борт.

Все операции выполняются без чрезмерного усилия, чтобы не повредить обод и покрышку.

## **7.13 Проверка камеры**

Камеру необходимо:

слегка накачать;

осмотреть;

проверить вентиль;

определить место утечки.

Для поиска мелких проколов можно использовать ёмкость с водой: выходящие пузырьки воздуха укажут место

повреждения.

## **7.14 Ремонт камеры**

Небольшие проколы можно устранить с помощью ремонтного комплекта.

Основные этапы:

Найти повреждение.

Обезжирить поверхность.

Зачистить место ремонта.

Нанести клей.

Выдержать время согласно инструкции производителя.

Установить заплату.

Плотно прижать.

Проверить герметичность.

При значительных повреждениях камеру рекомендуется заменить.

## **7.15 Установка новой камеры**

Перед монтажом необходимо убедиться, что внутренняя поверхность покрышки очищена от острых предметов.

Камеру слегка подкачивают, чтобы она приняла форму.

После установки необходимо следить, чтобы камера не попала между бортом покрышки и ободом.

Только после полной проверки допускается окончательная накачка.

## **7.16 Балансировка давления**

После установки колеса следует:

- проверить равномерность посадки покрышки;
- довести давление до рекомендованного значения;
- убедиться в отсутствии биения;
- выполнить контрольную поездку.

## **7.17 Советы по увеличению срока службы**

Для увеличения ресурса рекомендуется:

- регулярно контролировать давление;
- избегать перегрузки;
- объезжать острые препятствия;
- своевременно удалять застрявшие камни и стекло;

очищать покрышки после поездок;  
хранить транспортное средство вдали от прямых солнечных лучей и источников тепла.

## **Типичные ошибки начинающих мастеров**

Монтаж покрышки отвёрткой вместо монтажных лопаток.

Установка камеры с перекручиванием.

Перекачивание шин.

Эксплуатация с недостаточным давлением.

Игнорирование проверки внутренней поверхности покрышки после прокола.

Использование камеры неподходящего размера.

Повторное применение сильно повреждённой покрышки.

## **Совет мастера**

Если произошёл прокол, никогда не ограничивайтесь заменой камеры. Обязательно осмотрите внутреннюю поверхность покрышки. Очень часто в ней остаётся тонкий оско-

лок стекла, металлическая проволока или шип. Если его не удалить, новая камера будет повреждена практически сразу после установки.

## **Итоги главы**

Покрышки и камеры — это расходные элементы, состояние которых напрямую влияет на безопасность, комфорт и эффективность работы электротранспорта. Регулярный контроль давления, своевременная диагностика и правильный монтаж позволяют значительно увеличить срок их службы и снизить вероятность неожиданных неисправностей в пути.

# ПОКРЫШКИ И КАМЕРЫ

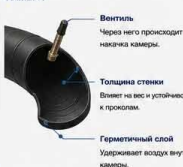
Покрышки и камеры — единственная часть, которая постоянно контактирует с дорогой.  
От их состояния зависят сцепление, комфорт, управляемость и безопасность.

## 1. УСТРОЙСТВО ПОКРЫШКИ И КАМЕРЫ

### ПОКРЫШКА



### КАМЕРА



## 2. ТИПЫ ВЕНТИЛЕЙ



## 3. ТИПЫ ПОКРЫШЕК



## 4. РАЗМЕР ПОКРЫШКИ



| Популярные размеры   |                               |
|----------------------|-------------------------------|
| Обозначение          | Применение                    |
| 47-406 (20 x 1.75)   | Самозаты, складные велосипеды |
| 54-507 (24 x 2.125)  | Подрастковые, городские       |
| 57-559 (26 x 2.25)   | Горные велосипеды             |
| 57-584 (27.5 x 2.25) | МТВ, электровелосипеды        |
| 62-622 (29 x 2.4)    | Горные, туристические         |
| 80-406 (10 x 3)      | Электросамозаты               |
| 80-546 (13 x 3)      | Электросамозаты внедорожные   |

## 5. ДАВЛЕНИЕ В ШИНАХ

| РЕКОМЕНДОВАННОЕ ДАВЛЕНИЕ (ориентировочно) |                 |                         |
|-------------------------------------------|-----------------|-------------------------|
| Тип                                       | Размер          | Давление                |
| Электровелосипеды                         | 20" (2.0-2.4)   | 2.0-3.0 bar (30-45 psi) |
|                                           | 24" (2.1-2.4)   | 2.0-3.5 bar (30-50 psi) |
|                                           | 26" (2.1-2.4)   | 2.0-3.5 bar (30-50 psi) |
|                                           | 27.5" (2.2-2.6) | 2.0-3.5 bar (30-50 psi) |
|                                           | 29" (2.2-2.4)   | 2.0-3.5 bar (30-50 psi) |
| Электросамозаты                           | 8.5" (2.0)      | 2.5-3.5 bar (38-50 psi) |
|                                           | 10" (2.5)       | 2.5-3.5 bar (38-50 psi) |
|                                           | 10" (3.0)       | 2.0-3.0 bar (30-45 psi) |
|                                           | 13" (3.0)       | 2.0-3.0 bar (30-45 psi) |

**⚠ Недостаточное давление — риск прокола и повреждения обода.**

**✅ Избыточное давление — потеря сцепления и комфорт.**

## 6. КАК СНЯТЬ И УСТАНОВИТЬ ПОКРЫШКУ

### СНЯТИЕ



### УСТАНОВКА



## 7. ЗАЩИТА ОТ ПРОКОЛОВ

- Используйте антипроколные ленты.
- Устанавливайте герметик в камеру (для бескамерных систем).
- Выбирайте покрышки с усиленным каркасом.
- Избегайте острых предметов и бордюров.



## 8. ПРИЧИНЫ ПРОКОЛОВ

- Острые предметы (гвозди, стекло, камни).
- Низкое давление в шинах.
- Износ протектора и старение резины.
- Неправильная установка камеры.



## 9. ОБСЛУЖИВАНИЕ

- Регулярно проверяйте давление.
- Сматривайте покрышку на износ и повреждения.
- Проверяйте состояние вентилей.
- Своевременно меняйте изношенные покрышки и камеры.





# **Глава 8. Подшипники**

## **8.1 Что такое подшипник**

Подшипник — это механический узел, предназначенный для уменьшения трения между движущимися деталями и обеспечения их плавного вращения или перемещения. Без подшипников современный электротранспорт не смог бы работать эффективно: колёса вращались бы с большим сопротивлением, рулевое управление было бы тугим, а многие механизмы быстро выходили бы из строя.

В электротранспорте подшипники работают практически постоянно. Во время движения они воспринимают вес транспортного средства, массу водителя, ударные нагрузки от дорожных неровностей, боковые усилия при прохождении поворотов и нагрузки при торможении.

Несмотря на сравнительно небольшие размеры, подшипники являются высокоточными изделиями. Их долговечность зависит не только от качества изготовления, но и от правильной установки, своевременного обслуживания и условий эксплуатации.

## 8.2 Где используются подшипники

Подшипники встречаются практически во всех вращающихся узлах электротранспорта.

Основные места установки:

переднее колесо;

заднее колесо;

мотор-колесо;

рулевая колонка;

касетка электровелосипеда;

педали;

ролики натяжителей цепи;

некоторые элементы подвески;

электродвигатель (в зависимости от конструкции).

Каждый из этих узлов предъявляет свои требования к типу и характеристикам подшипников.

## 8.3 Принцип работы

Основная задача подшипника — заменить трение скольжения трением качения.

Внутреннее кольцо соединяется с вращающейся деталью, наружное — с корпусом. Между ними находятся тела каче-

ния (чаще всего шарики), удерживаемые сепаратором. Благодаря этому вращение происходит с минимальными потерями энергии и значительно меньшим износом.

Чем точнее изготовлен подшипник и чем лучше его смазка, тем легче вращается узел.

## **8.4 Устройство шарикового подшипника**

Стандартный шариковый подшипник состоит из:

внутреннего кольца;

наружного кольца;

шариков;

сепаратора;

защитных шайб или уплотнений (при наличии);

смазки.

Каждый элемент выполняет важную функцию. Шарик воспринимают нагрузку и обеспечивают качение, сепаратор удерживает их на равном расстоянии, а уплотнения защищают внутреннюю часть от влаги, пыли и грязи.

## **8.5 Основные типы подшипников**

В электротранспорте применяются разные конструкции.

## **Радиальные шариковые**

Самые распространённые. Используются в колёсах, мотор-колёсах и многих других узлах.

## **Радиально-упорные**

Воспринимают одновременно радиальные и осевые нагрузки. Часто применяются в рулевых колонках.

## **Игольчатые**

Используются там, где требуется высокая грузоподъёмность при небольших размерах.

## **Конические роликовые**

Встречаются реже, но хорошо работают при больших нагрузках.

## **Насыпные шарики**

Иногда используются в недорогих рулевых колонках и старых конструкциях. Требуют регулярной регулировки и обслуживания.

## 8.6 Закрытые и открытые подшипники

Подшипники бывают:

открытые;

закрытые металлическими шайбами;

закрытые резиновыми уплотнениями.

Закрытые модели лучше защищены от грязи и влаги, поэтому чаще используются в электротранспорте. Открытые требуют более частого обслуживания и применяются в тех узлах, где предусмотрена регулярная смазка.

## 8.7 Маркировка подшипников

Каждый подшипник имеет обозначение, например:

**6001-2RS**

Где:

**6001** — тип и размеры подшипника;

**2RS** — два резиновых уплотнения.

Другие распространённые обозначения:

**ZZ** — металлические защитные шайбы;

**C3** — увеличенный внутренний зазор;

**ABEC** — класс точности (чаще используется для специа-

лизированных изделий).

Перед заменой важно подобрать подшипник с теми же размерами и характеристиками.

## **8.8 Смазка подшипников**

Смазка выполняет несколько задач:

- уменьшает трение;
- снижает износ;
- защищает от коррозии;
- отводит часть тепла;
- препятствует попаданию влаги.

Использовать следует смазку, подходящую для конкретного типа подшипника и условий эксплуатации. Чрезмерное количество смазки также нежелательно: оно может увеличить сопротивление вращению и вызвать перегрев.

## **8.9 Основные причины выхода из строя**

Подшипники редко ломаются без причины.

Наиболее распространённые факторы:

- естественный износ;

попадание воды;  
загрязнение пылью и песком;  
отсутствие или старение смазки;  
перегрузка;  
неправильная установка;  
перекос при запрессовке;  
удары по кольцам при монтаже;  
коррозия.

Во многих случаях срок службы можно значительно увеличить правильным обслуживанием.

## **8.10 Признаки неисправности**

На необходимость замены могут указывать:  
гул при вращении;  
скрежет;  
люфт;  
тугое вращение;  
вибрация;  
перегрев узла;  
следы ржавчины;  
утечка смазки.

Эксплуатация неисправного подшипника может привести к повреждению посадочного места, оси или корпуса.

## **8.11 Диагностика**

Проверка включает несколько этапов.

Визуальный осмотр.

Проверка люфта.

Проверка плавности вращения.

Прослушивание посторонних шумов.

Осмотр уплотнений.

Проверка посадочных мест.

Если есть сомнения в состоянии подшипника, его лучше заменить — стоимость подшипника обычно значительно ниже стоимости повреждённых деталей, которые могут пострадать при его разрушении.

## **8.12 Демонтаж подшипников**

Перед снятием необходимо:

очистить узел;

подобрать подходящий инструмент;

запомнить расположение дистанционных втулок и шайб.

При демонтаже рекомендуется использовать:

съёмники;  
оправки;  
пресс (при необходимости).

Не допускается выбивание подшипника случайными ударами по рабочим дорожкам или шарикам — это может повредить как сам подшипник, так и посадочное место.

## **8.13 Установка новых подшипников**

Перед монтажом необходимо:  
очистить посадочное место;  
проверить отсутствие заусенцев;  
убедиться в соответствии размеров.

Запрессовку следует выполнять с приложением усилия только к тому кольцу, которое устанавливается с натягом. Это предотвращает повреждение дорожек качения и шариков.

После установки необходимо убедиться, что подшипник вращается свободно, без перекосов и заеданий.

## **8.14 Типичные ошибки начинающих мастеров**

Наиболее распространённые ошибки:

удары молотком по внутреннему кольцу при запрессовке наружного;

использование неподходящего съёмника;

повторное использование сильно изношенных подшипников;

смешивание старой и новой смазки без необходимости;

установка загрязнённого подшипника;

работа без очистки посадочного места;

неправильный выбор размера.

Большинство этих ошибок сокращает срок службы нового подшипника.

### **Совет мастера**

Если вы уже сняли колесо или разобрали узел, где установлен подшипник, всегда оценивайте его состояние. Замена небольшого и сравнительно недорогого подшипника во время планового обслуживания часто позволяет избежать повторной разборки через несколько недель или месяцев.

## **Итоги главы**

Подшипники являются основой всех вращающихся узлов электротранспорта. Именно они обеспечивают лёгкость хода, устойчивость и долговечность механизмов. Понимание их устройства, умение правильно диагностировать неисправности, аккуратно демонтировать и устанавливать новые подшипники — обязательный навык любого мастера по ремонту электротранспорта.

# ПОДШИПНИКИ

Подшипники уменьшают трение между движущимися частями, обеспечивают плавность хода и долговечность узлов. От их состояния зависит эффективность работы и безопасность вождения.

## 1. ЧТО ТАКОЕ ПОДШИПНИК

Подшипник обеспечивает вращение одной детали относительно другой с минимальным трением за счёт тел качения (шариков или роликов), расположенных между кольцами.



## 2. ГДЕ ПРИМЕНЯЮТСЯ НА ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТЕ



## 3. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ПОДШИПНИКОВ



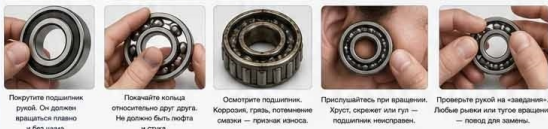
## 4. МАРКИРОВКА ПОДШИПНИКОВ

6002 - 2RS

6 – тип подшипника (шариковый радиальный)  
00 – серия (ширина и диаметр)  
02 – внутренний диаметр (используется 2 цифровый код – диаметр × 5 мм)  
2RS – тип уплотнения  
2RZ – металлический пыльник  
2RS – резиновое уплотнение  
Открытый – без уплотнения

| Маркировка | Примеры размеров |               |        |
|------------|------------------|---------------|--------|
|            | Внутр. диаметр   | Внеш. диаметр | Ширина |
| 6000       | 10 мм            | 26 мм         | 8 мм   |
| 6001       | 12 мм            | 28 мм         | 8 мм   |
| 6002       | 15 мм            | 32 мм         | 9 мм   |
| 6003       | 17 мм            | 35 мм         | 10 мм  |
| 6202       | 15 мм            | 35 мм         | 11 мм  |
| 6902       | 15 мм            | 28 мм         | 7 мм   |

## 5. КАК ПРОВЕРИТЬ СОСТОЯНИЕ ПОДШИПНИКА



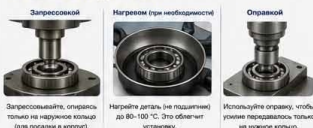
## 6. ПРИЧИНЫ ВЫХОДА ИЗ СТРОЯ

- Попадание воды, грязи и песка.
- Недостаток или отсутствие смазки.
- Перегрузка при установке.
- Удары и перегрузки.
- Естественный износ.

## 7. СНЯТИЕ ПОДШИПНИКА



## 8. УСТАНОВКА ПОДШИПНИКА



## 9. СМАЗКА ПОДШИПНИКОВ

Правильная смазка продлевает срок службы.

- Литиевая универсальная – для большинства узлов.
- Вязкотопкая – для эксплуатации в морозной среде.
- Молибденовая – для высоких нагрузок.

### Периодичность

- Колеса – каждые 3-6 месяцев.
- Каретка – каждые 6-12 месяцев.
- Педали, рулевая – каждые 6 месяцев.



## 10. ХРАНЕНИЕ ПОДШИПНИКОВ

- Храните в сухом месте.
- Избегайте перепада температур.
- Не храните рядом с химическими веществами.
- Храните в оригинальной упаковке до установки.

## 11. ПОЛЕЗНЫЕ СОВЕТЫ

- Покупайте подшипники известных производителей.
- Не экономьте на качестве – от этого зависит безопасность.
- При замене меняйте парные подшипники одновременно.
- После установки обязательно проверьте вращение и люфт.





# **Глава 9. Тормозная система**

## **9.1 Значение тормозной системы**

Тормозная система является одной из важнейших систем любого транспортного средства. Именно она позволяет безопасно снижать скорость, останавливаться перед препятствиями и сохранять контроль над электротранспортом в различных дорожных условиях.

Современные электровелосипеды и электросамокаты способны развивать высокую скорость. При этом их масса значительно больше массы обычного велосипеда из-за аккумулятора, двигателя и силовой электроники. Следовательно, требования к эффективности тормозной системы становятся значительно выше.

Исправные тормоза позволяют не только сократить тормозной путь, но и уменьшить нагрузку на остальные узлы транспортного средства. Регулярное обслуживание тормозной системы должно быть обязательной частью технического обслуживания.

## **9.2 Принцип работы тормозов**

Любая тормозная система работает по одному физическому принципу.

Во время торможения специальные колодки прижимаются к вращающейся поверхности — тормозному диску или ободу колеса. Возникающая сила трения преобразует кинетическую энергию движения в тепло, благодаря чему скорость вращения колеса уменьшается.

Чем выше коэффициент трения между колодками и тормозной поверхностью и чем точнее отрегулирован механизм, тем эффективнее происходит торможение.

## **9.3 Основные виды тормозов**

На современном электротранспорте используются несколько типов тормозных систем.

### **Механические дисковые тормоза**

Усилие от тормозной ручки передаётся по стальному тросу к тормозному механизму.

Преимущества:

простая конструкция;

невысокая стоимость;  
лёгкость обслуживания;  
ремонт без специального оборудования.  
Недостатки:  
необходимость периодической регулировки;  
растяжение троса;  
большее усилие на тормозной ручке.

## **Гидравлические дисковые тормоза**

Передача усилия осуществляется с помощью тормозной жидкости.

Преимущества:  
высокая эффективность;  
плавная работа;  
минимальное усилие на ручке;  
автоматическая компенсация износа колодок.  
Недостатки:  
более сложное обслуживание;  
необходимость прокачки системы;  
более высокая стоимость.

## **Барабанные тормоза**

Используются значительно реже.

Их преимуществами являются защищённость от загрязнений и большой ресурс, однако эффективность охлаждения у них ниже, чем у дисковых систем.

## **Ободные тормоза**

На современных электровелосипедах встречаются всё реже.

Тормозные колодки прижимаются непосредственно к ободу колеса.

Их преимущества:

небольшой вес;

простота конструкции.

Недостатки:

зависимость эффективности от состояния обода;

ухудшение работы в дождливую погоду;

повышенный износ обода.

## **9.4 Основные элементы тормозной системы**

Типичная тормозная система включает:

- тормозную ручку;
- датчик отключения двигателя (если предусмотрен);
- трос или гидролинию;
- калипер;
- тормозные колодки;
- тормозной диск (ротор);
- крепёжные элементы;
- регулируровочные винты.

В гидравлических системах дополнительно используются:

- главный цилиндр;
- поршень;
- расширительный бачок;
- уплотнения;
- тормозная жидкость.

## **9.5 Тормозные диски**

Тормозной диск крепится к ступице колеса и вращается вместе с ним.

Основные диаметры:

140 мм;

160 мм;

180 мм;

203 мм.

Чем больше диаметр диска, тем выше тормозной момент и лучше охлаждение, однако увеличиваются масса и требования к совместимости компонентов.

При выборе нового диска важно учитывать рекомендации производителя транспортного средства.

## 9.6 Тормозные колодки

Колодки являются расходным элементом.

Основные виды фрикционных материалов:

органические;

полуметаллические;

металлокерамические (спечённые).

Органические колодки обеспечивают тихую работу и хорошую модуляцию, но быстрее изнашиваются.

Металлокерамические обладают большим ресурсом и лучше работают при высоких температурах, однако могут сильнее изнашивать тормозной диск.

## **9.7 Диагностика тормозной системы**

Перед каждой серьёзной поездкой рекомендуется проверить:

- свободный ход тормозной ручки;
- толщину колодок;
- состояние тормозного диска;
- отсутствие течей (для гидравлики);
- целостность троса;
- надёжность крепления калипера;
- отсутствие посторонних шумов.

Исправная система должна обеспечивать уверенное торможение без рывков и посторонних звуков.

## **9.8 Типичные неисправности**

Наиболее распространённые проблемы:

- износ тормозных колодок;
- перегрев тормозного диска;
- деформация ротора;
- загрязнение колодок маслом;
- растяжение тормозного троса;

подклинивание поршней;  
утечка тормозной жидкости;  
неправильная регулировка калипера;  
попадание воздуха в гидравлическую систему.

Большинство этих неисправностей можно обнаружить на ранней стадии при регулярном осмотре.

## **9.9 Регулировка механических тормозов**

Регулировка включает:

Проверку натяжения троса.

Центровку калипера относительно диска.

Настройку положения неподвижной колодки (если предусмотрено конструкцией).

Проверку свободного вращения колеса.

Контроль эффективности торможения.

После регулировки диск не должен постоянно касаться колодок.

## **9.10 Замена тормозных колодок**

Основные этапы:

Снять колесо (при необходимости).

Извлечь фиксатор колодок.

Снять изношенные колодки.

Осмотреть поршни.

Очистить калипер.

Установить новые колодки.

Вернуть фиксатор.

Установить колесо.

Проверить работу тормозов.

После установки новых колодок требуется их правильная приработка.

## **9.11 Прокачка гидравлических тормозов**

Если тормозная ручка стала слишком мягкой или в системе появился воздух, необходимо выполнить прокачку.

Общий порядок работ:

Подготовить тормозную жидкость, рекомендованную производителем.

Установить транспортное средство на устойчивую поверхность.

Подключить комплект для прокачки.

Удалить воздух из системы.

Проверить герметичность.

Очистить детали от следов жидкости.

Проверить эффективность торможения.

Использование неподходящей тормозной жидкости может повредить уплотнения и привести к отказу системы.

## **9.12 Очистка тормозной системы**

Во время обслуживания необходимо:

очищать тормозной диск специальным очистителем;

удалять пыль с калипера;

не допускать попадания смазки на рабочие поверхности;

проверять состояние крепёжных болтов.

Никогда не смазывайте тормозные колодки или диск.

## **9.13 Советы по эксплуатации**

Для увеличения срока службы тормозной системы рекомендуется:

избегать длительного непрерывного торможения на затяжных спусках;

регулярно проверять толщину колодок;

не мыть тормозной диск маслянистыми средствами;

контролировать состояние гидролиний и тросов;  
своевременно заменять изношенные детали.

## **Типичные ошибки начинающих мастеров**

Наиболее частые ошибки:

установка колодок обратной стороной;

касание рабочей поверхности колодок и диска жирными руками;

использование неподходящей тормозной жидкости;

неправильная центровка калипера;

чрезмерная затяжка крепёжных болтов;

эксплуатация с погнутом тормозным диском;

отсутствие приработки новых колодок.

Такие ошибки снижают эффективность торможения и могут привести к ускоренному износу деталей.

## **Совет мастера**

После любых работ с тормозной системой обязательно выполните проверку на небольшой скорости в безопасном ме-

сте. Убедитесь, что тормоза срабатывают плавно, без посторонних шумов, а колесо свободно вращается при отпущенной ручке.

## **Итоги главы**

Тормозная система — один из важнейших узлов электротранспорта. Понимание её устройства, регулярная диагностика и своевременное обслуживание позволяют сохранить высокую эффективность торможения, увеличить срок службы компонентов и обеспечить безопасность водителя и окружающих. Независимо от того, используются механические или гидравлические тормоза, аккуратность и соблюдение технологии обслуживания являются обязательными условиями качественного ремонта.

# ТОРМОЗНАЯ СИСТЕМА

Тормозная система обеспечивает безопасность движения, управляя скоростью и позволяя остановить транспорт. От её состояния зависят ваша жизнь и здоровье. Регулярно проверяйте и обслуживайте тормоза.

## 1. УСТРОЙСТВО ДИСКОВОГО ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ТОРМОЗА



- 1 Тормозная ручка  
Создает давление в системе.
- 2 Гидролиния  
Передаёт давление тормозной жидкости.
- 3 Суппорт  
Сжимает колодки.
- 4 Тормозные колодки  
Создают трение о диск.
- 5 Тормозной диск (ротор)  
Вращается вместе с колесом.
- 6 Адаптер крепления  
Соединяет суппорт с вилкой или рамой.

## 2. ТИПЫ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ

### Гидравлические

- Более мощные и надёжные
- Меньше усилие на ручке
- Требуют обслуживания



### Механические (тросиковые)

- Проще в обслуживании
- Дешевле
- Больше усилие на ручке



### Ободные (V-Brake / Калиперные)

- Легкие и простые
- Эффективность зависит от обода
- Боится грязи и воды



## 3. ТОРМОЗНЫЕ ДИСКИ (РОТОРЫ)



- Чем больше диаметр диска, тем выше тормозное усилие.
- Вентилируемые диски лучше отводят тепло.
- Плавающие диски меньше подвержены деформации.

## 4. ТОРМОЗНЫЕ КОЛОДКИ

### ПО ТИПУ МАТЕРИАЛА



- Органические (смягченные)**
  - Тихие
  - Мягче к диску
  - Быстрее изнашиваются
- Металлические (сероватые)**
  - Мощные
  - Долговечные
  - Могут шуметь

### ПО ОСНОВАНИЮ



- С металлической пластиной**
  - Лучшая теплоотдача
  - Жестче
- Без металлической пластины**
  - Тихие
  - Мягче к диску

## 5. ТОРМОЗНАЯ РУЧКА



- Создает давление в системе.
- Регулирует положение ручки для комфорта.
- Следите за люфтом и плавностью хода.

## 6. ПРОВЕРКА ТОРМОЗОВ

### ДИСКОВЫЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ

- ✓ Проверьте уровень тормозной жидкости в бачке.
- ✓ Проверьте герметичность системы (нет ли подтеков).
- ✓ Проверьте толщину колодок (не менее 1 мм фрикционного слоя).
- ✓ Проверьте состояние диска (нет ли трещин, деформаций).
- ✓ Проверьте надёжность крепления суппорта и ручки.
- ✓ Проверьте плавность хода ручки.

### Ободные

- ✓ Проверьте износ колодок (изнашив должны быть видны).
- ✓ Проверьте натяжение троса.
- ✓ Проверьте центровку колодок относительно обода.
- ✓ Проверьте состояние обода (нет ли износа).

## 7. ТИПИЧНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И ИХ ПРИЧИНЫ

| Проблема                       | Возможная причина                     | Решение                                                  |
|--------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Тормоза скрипят                | Загрязнение колодок или диска         | Очистите колодки и диск                                  |
| Износ колодок                  | Замените колодки                      | Замените колодки                                         |
| Неадекватное торможение        | Попадание воздуха в систему           | Прокладать тормоза                                       |
| Воздух в системе               | Повреждение уплотнений                | Заменить уплотнения или детали                           |
| Утечка тормозной жидкости      | Неправильная центровка                | Отцентровать суппорт или колодки                         |
| Тормоза заедает                | Длительное торможение, маленький диск | Использовать технику торможения, установить больший диск |
| Перегрев и «увердене» тормозов |                                       |                                                          |

## 8. ЗАМЕНА ТОРМОЗНЫХ КОЛОДОК (ДИСКОВЫЕ ТОРМОЗА)



## 9. РЕГУЛИРОВКА ОБОДНЫХ ТОРМОЗОВ (V-BRAKE)



## 11. УХОД ЗА ТОРМОЗАМИ

- 1 Регулярно очищайте диск и колодки от грязи и масла.
- 2 Не касайтесь тормозной поверхности диска руками.
- 3 Проверяйте тормоза перед каждой поездкой.
- 4 Совершенно не меняйте изношенные детали.

## 12. ТОРМОЗНАЯ ЖИДКОСТЬ (для гидравлики)

- Используйте жидкость, рекомендованную производителем тормозов.
- DOT 4 / DOT 5.1 – наиболее распространены.
- Не смешивайте разные типы жидкостей.



## 13. ПОЛЕЗНЫЕ СОВЕТЫ

- ✓ Используйте оба тормоза одновременно.
- ✓ Передний тормоз – основное торможение.
- ✓ Избегайте резкого торможения на скользкой дороге.
- ✓ Храните велосипед или самокат в сухом месте.





# Глава 10. Рулевое управление

## 10.1 Назначение рулевого управления

Рулевое управление — это система, с помощью которой водитель задаёт направление движения транспортного средства. От её состояния зависят точность управления, устойчивость на дороге, комфорт и, самое главное, безопасность.

Во время движения на рулевое управление действуют значительные нагрузки. Они возникают при поворотах, торможении, преодолении препятствий и движении по неровной поверхности. Даже небольшой люфт или ослабление крепления могут ухудшить управляемость, а в критической ситуации привести к потере контроля над транспортным средством.

На электровелосипедах и электросамокатах принципы работы рулевого управления одинаковы. Различаются лишь конструктивные решения, размеры отдельных деталей и наличие дополнительных механизмов, таких как складывание рулевой стойки у большинства электросамокатов.

## **10.2 Основные элементы рулевого управления**

Несмотря на разнообразие моделей, рулевое управление обычно включает следующие узлы:

- руль;
- вынос руля (на большинстве электровелосипедов);
- рулевая стойка (на электросамокатах);
- рулевой шток;
- рулевая колонка;
- подшипники рулевой колонки;
- вилка;
- грипсы;
- тормозные ручки;
- ручка газа или курок акселератора;
- дисплей;
- органы управления светом и режимами движения;
- механизм складывания (при наличии).

Все эти элементы работают как единая система, поэтому обслуживание должно быть комплексным.

## **10.3 Руль**

Руль — основной элемент, с которым водитель взаимодействует во время движения.

К нему предъявляются следующие требования:

- высокая прочность;
- достаточная жёсткость;
- удобная форма;
- правильная ширина;
- устойчивость к коррозии.

Наиболее распространённые материалы:

- алюминиевые сплавы;
- конструкционная сталь;
- углепластик (карбон) в дорогих моделях.

Правильно подобранный руль снижает утомляемость водителя и улучшает контроль над транспортным средством.

## 10.4 Вынос руля

На большинстве электровелосипедов руль крепится к рулевому штоку через вынос.

Вынос определяет:

- положение руля;
- посадку водителя;
- управляемость;
- распределение нагрузки.

Выносы различаются по:  
длине;  
углу наклона;  
диаметру крепления;  
конструкции.

При выборе нового выноса необходимо учитывать рекомендации производителя рамы и вилки.

## **10.5 Рулевая колонка**

Рулевая колонка соединяет вилку с рамой и обеспечивает плавный поворот переднего колеса.

Типичная рулевая колонка состоит из:

верхней чашки;  
нижней чашки;  
подшипников;  
пыльников;  
дистанционных колец;  
крышки;  
регулировочного болта.

Исправная рулевая колонка должна вращаться легко, без заеданий и люфта.

## 10.6 Вилка

Вилка удерживает переднее колесо и передаёт усилия от руля.

Она бывает:

жёсткой;

амортизационной.

Амортизационная вилка повышает комфорт движения и улучшает сцепление колеса с дорогой на неровностях.

При осмотре вилки необходимо проверять отсутствие трещин, деформаций и повреждений креплений.

## 10.7 Рулевая стойка электросамоката

На электросамокатах функции выноса и части рулевой колонки выполняет рулевая стойка.

Она соединяет руль с механизмом складывания и передней вилкой.

К ней предъявляются высокие требования по прочности, так как во время движения именно она воспринимает значительные изгибающие нагрузки.

Любой люфт рулевой стойки требует немедленной диагностики.

## **10.8 Механизм складывания**

Большинство современных электросамокатов оснащаются механизмом складывания.

Его преимущества:

удобство транспортировки;

компактное хранение;

уменьшение габаритов.

Во время обслуживания необходимо проверять:

отсутствие люфта;

износ фиксирующих элементов;

состояние осей;

работу фиксатора;

отсутствие трещин.

Эксплуатация самоката с неисправным механизмом складывания недопустима.

## **10.9 Грипсы**

Грипсы обеспечивают удобный и надёжный хват.

Основные материалы:

резина;  
силикон;  
вспененный полимер;  
комбинированные материалы.

Изношенные или повреждённые грипсы ухудшают контроль над транспортным средством и должны своевременно заменяться.

## 10.10 Органы управления

На руле обычно располагаются:

тормозные ручки;  
ручка газа;  
дисплей;  
кнопки выбора режима движения;  
управление освещением;  
звуковой сигнал;  
переключатели (на электровелосипедах).

При обслуживании необходимо проверять:

надёжность крепления;  
отсутствие повреждений проводов;  
плавность работы органов управления.

## **10.11 Диагностика рулевого управления**

Во время технического осмотра необходимо проверить:

наличие люфта;

плавность вращения;

затяжку крепежа;

состояние сварных швов;

отсутствие трещин;

состояние подшипников;

исправность механизма складывания;

правильное положение руля.

Даже небольшой люфт способен постепенно увеличиваться и привести к серьёзным последствиям.

## **10.12 Типичные неисправности**

Наиболее распространённые проблемы:

ослабление крепёжных болтов;

люфт рулевой колонки;

износ подшипников;

повреждение грипс;

трещины руля;

деформация рулевой стойки;

износ механизма складывания;

повреждение проводов внутри рулевой стойки;

перекос руля относительно переднего колеса.

Большинство этих неисправностей легко устраняется при своевременном обнаружении.

## **10.13 Обслуживание**

Регулярное обслуживание включает:

очистку деталей;

проверку крепежа;

регулировку рулевой колонки;

смазку подвижных соединений (там, где это предусмотрено конструкцией);

контроль состояния подшипников;

проверку механизма складывания;

осмотр кабелей и проводки.

После каждой разборки необходимо убедиться, что руль расположен строго по оси переднего колеса.

## **10.14 Замена руля**

Основные этапы:

Снять органы управления.

Ослабить крепление руля.

Демонтировать старый руль.

Установить новый.

Отцентрировать его.

Установить органы управления.

Проверить затяжку всех креплений.

Выполнить контрольную проверку.

Затяжку крепёжных болтов следует производить равномерно, соблюдая рекомендованный производителем момент.

## **Типичные ошибки начинающих мастеров**

Наиболее частые ошибки:

чрезмерная затяжка болтов;

недостаточная затяжка крепежа;

игнорирование небольшого люфта;

неправильная установка руля относительно переднего колеса;

использование повреждённого руля;

эксплуатация с изношенным механизмом складывания;

пережатие проводов при сборке.

Эти ошибки могут привести к ухудшению управляемости и сокращению срока службы компонентов.

## **Совет мастера**

Если после регулировки рулевой колонки люфт быстро появляется снова, не ограничивайтесь повторной подтяжкой. Необходимо проверить состояние подшипников, посадочных мест, крепежа и механизма складывания (если он есть). Простое устранение симптома без поиска причины редко приводит к долговременному результату.

## **Итоги главы**

Рулевое управление объединяет множество взаимосвязанных деталей: руль, рулевую колонку, вилку, подшипники, органы управления и крепёжные элементы. Исправность каждого из них необходима для безопасного и комфортного движения. Регулярная диагностика, правильная регулировка и своевременная замена изношенных компонентов позволяют сохранить точность управления и значительно повы-

сильная надёжность электротранспорта.

# РУЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ

Рулевое управление обеспечивает направление движения и устойчивость транспорта.  
От его состояния зависит безопасность, управляемость и комфорт.

## 1. УСТРОЙСТВО РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ (ВЕЛОСИПЕД)



## 2. РУЛЕВАЯ КОЛОНКА: ТИПЫ

Резьбовая (резьбовая вилка)



- Простая конструкция
- Легко обслуживать
- Большой вес

Безрезьбовая (Ahead)



- Легкая и прочная
- Точная настройка
- Современный стандарт

Интегрированная



- Максимальная жесткость
- Максимальная высота
- Требует точной установки

## 3. УСТРОЙСТВО РУЛЕВОЙ КОЛОНКИ (AHEAD)



## 4. ВЫНОС РУЛЯ: ТИПЫ

Резьбовой (гнущийся)



Регулируемый (складной)



Безрезьбовой (Ahead)



Удлиненный / короткий



## 5. РУЛЬ: ТИПЫ

Прямой (flat)



Изогнутый (riser)



Шоссейный (drop)



Бабочка (butterfly)



Складной (для самокатов)



## 6. ПРОВЕРКА РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ



- ✓ Поднимите переднее колесо и поверните руль влево-вправо. Движение должно быть плавным, без заеданий.
- ✓ Проверьте наклон люфта: покачайте руль вперед-назад при зажатом переднем тормозе.
- ✓ Проверьте затяжку болтов выноса и рулевой колонки.
- ✓ Убедитесь, что руль и вынос не имеют трещин и деформаций.

## 7. РЕГУЛИРОВКА РУЛЕВОЙ КОЛОНКИ (AHEAD)



## 8. ТИПИЧНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ

- ✗ Люфт в рулевой колонке.
- ✗ Заедание при повороте руля.
- ✗ Скрип или хруст.
- ✗ Ослабление болтов выноса.
- ✗ Износ или повреждение подшипников.

## 9. РУЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОСАМОКАТА



## 10. СМАЗКА И ОБСЛУЖИВАНИЕ

- ✓ Регулярно очищайте рулевую колонку от грязи и пыли.
- ✓ Смазывайте подшипники консистентной смазкой.
- ✓ Проверьте и подтяните болты и фиксаторы.
- ✓ При замене подшипников используйте качественные детали.



## 11. ПОЛЕЗНЫЕ СОВЕТЫ

- ✓ Не перегибайте крышку — это ускорит износ подшипников.
- ✓ После каждой поездки проверяйте руль на люфт.
- ✓ При замене руля или выноса следите за совместимостью диаметров.
- ✓ Используйте динамометрический ключ для затяжки ответственных соединений.



# Глава 11. Рулевая колонка

## 11.1 Назначение рулевой колонки

Рулевая колонка — это один из важнейших узлов любого электровелосипеда и электросамоката. Она соединяет переднюю вилку с рамой или рулевой стойкой и обеспечивает плавное, лёгкое и точное поворачивание переднего колеса.

Во время движения рулевая колонка испытывает постоянные нагрузки. На неё действует вес передней части транспортного средства, усилия от рулевого управления, удары при наезде на препятствия, нагрузки при торможении и вибрации от дорожного покрытия.

Исправная рулевая колонка обеспечивает:

- лёгкое вращение руля;

- отсутствие люфта;

- точность управления;

- устойчивость на высокой скорости;

- комфорт при движении.

Даже небольшой люфт со временем увеличивается и может привести к ускоренному износу подшипников, повреждению посадочных мест и ухудшению управляемости.

## **11.2 Принцип работы**

Рулевая колонка работает как поворотный шарнир.

Вилка соединяется с рамой через систему подшипников.

При повороте руля шток вилки вращается внутри рулевого стакана, а подшипники уменьшают трение и обеспечивают плавность движения.

Правильно отрегулированная рулевая колонка должна вращаться без заеданий, не иметь осевого люфта и не создавать лишнего сопротивления.

## **11.3 Основные элементы рулевой колонки**

Типичная рулевая колонка включает:

рулевой стакан рамы;

шток вилки;

верхний подшипник;

нижний подшипник;

верхнюю чашку;

нижнюю чашку;

компрессионное кольцо;

пыльники;

дистанционные кольца;

крышку рулевой колонки;

регулировочный болт;

болты крепления выноса (или рулевой стойки).

Все элементы должны работать как единая система. Повреждение даже одной детали может привести к появлению люфта или ухудшению управляемости.

## **11.4 Основные типы рулевых колонок**

В современной технике используются несколько конструкций.

### **Резьбовая рулевая колонка**

Применялась на старых велосипедах и практически не встречается на современном электротранспорте.

### **Безрезьбовая (Ahead)**

Самый распространённый вариант.

Преимущества:

высокая жёсткость;

простота регулировки;  
небольшой вес;  
удобство обслуживания.

## **Интегрированная**

Подшипники устанавливаются непосредственно в обработанные посадочные места рулевого стакана.

Преимущества:  
меньший вес;  
компактность;  
современный внешний вид.

## **Полуинтегрированная**

Подшипники располагаются в специальных чашках, частично утопленных в рулевой стакан.

Такой вариант сочетает простоту обслуживания и хорошую защиту подшипников.

## **11.5 Подшипники рулевой колонки**

В рулевой колонке используются:

шариковые подшипники;

радиально-упорные картриджные подшипники;

насыпные шарики (в старых конструкциях).

Наиболее распространённым решением в современном электротранспорте являются герметичные картриджные подшипники, которые лучше защищены от влаги и грязи.

## **11.6 Причины появления люфта**

Наиболее распространённые причины:

ослабление регулировки;

износ подшипников;

повреждение компрессионного кольца;

износ чашек;

неправильная сборка;

загрязнение;

коррозия;

сильные удары переднего колеса.

Важно не просто устранить люфт подтяжкой, а определить его истинную причину.

## 11.7 Диагностика рулевой колонки

Перед обслуживанием необходимо выполнить проверку.

Основные признаки неисправности:

люфт при торможении;

щелчки;

тугое вращение;

заедание;

скрип;

вибрация;

самопроизвольное возвращение руля в определённое положение.

Порядок проверки:

Зажмите передний тормоз.

Покачайте транспортное средство вперёд и назад.

Проверьте наличие люфта.

Поднимите переднее колесо.

Медленно поверните руль из стороны в сторону.

Оцените плавность вращения.

Любые заедания требуют разборки узла.

## **11.8 Разборка рулевой колонки**

Перед началом работы:

очистите узел;

подготовьте инструмент;

зафиксируйте транспортное средство.

Последовательность:

Снять руль или вынос (при необходимости).

Ослабить зажимные болты.

Вывернуть регулировочный болт.

Снять крышку.

Извлечь дистанционные кольца.

Аккуратно вынуть вилку.

Демонтировать подшипники.

Очистить все детали.

Во время разборки рекомендуется фотографировать последовательность расположения деталей — это облегчит сборку.

## **11.9 Осмотр деталей**

После разборки необходимо проверить:

состояние подшипников;

отсутствие трещин;  
состояние посадочных мест;  
компрессионное кольцо;  
пыльники;  
рулевой шток;  
чашки;  
наличие следов коррозии.  
Любые повреждённые детали должны быть заменены.

## 11.10 Смазка

Перед сборкой следует нанести тонкий слой подходящей консистентной смазки на:

посадочные поверхности;  
чашки;  
наружные поверхности подшипников (если это допускается их конструкцией);  
контактные зоны пыльников.

Не следует заполнять рулевую колонку чрезмерным количеством смазки.

## **11.11 Сборка и регулировка**

После установки всех деталей необходимо:

Установить вилку.

Смонтировать подшипники.

Установить дистанционные кольца.

Закрепить крышку.

Отрегулировать предварительный натяг.

Проверить отсутствие люфта.

Проверить лёгкость вращения.

Затянуть болты выноса рекомендованным моментом.

При правильной регулировке руль должен вращаться свободно, но без малейшего люфта.

## **11.12 Типичные ошибки начинающих мастеров**

Часто встречаются следующие ошибки:

чрезмерная затяжка регулировочного болта;

попытка устранить люфт только подтяжкой;

установка загрязнённых подшипников;

перепутанное положение деталей;

отсутствие смазки;

неправильная последовательность сборки;  
игнорирование повреждений посадочных мест.

Такие ошибки могут привести к быстрому выходу из строя рулевой колонки.

## **11.13 Обслуживание**

Профилактическое обслуживание рекомендуется проводить регулярно, особенно после эксплуатации под дождём, зимой или на грунтовых дорогах.

Во время обслуживания необходимо:

очищать узел;

проверять затяжку крепежа;

контролировать состояние подшипников;

заменять повреждённые уплотнения;

своевременно обновлять смазку.

Регулярное обслуживание значительно увеличивает срок службы рулевой колонки.

## **Совет мастера**

Если после правильной регулировки люфт появляется

снова через короткое время, не пытайтесь постоянно подтягивать рулевую колонку. Обычно это указывает на износ подшипников, чашек или компрессионного кольца. Повторная подтяжка лишь временно скрывает проблему и может ускорить износ деталей.

## **Итоги главы**

Рулевая колонка — один из самых ответственных узлов электротранспорта. Она обеспечивает точное управление, плавность поворота и устойчивость движения. Понимание её конструкции, умение правильно диагностировать неисправности, выполнять обслуживание и регулировку позволяют предотвратить серьёзные поломки и обеспечить безопасную эксплуатацию транспортного средства.

# РУЛЕВАЯ КОЛОНКА

Рулевая колонка соединяет вилку с рамой и обеспечивает плавное вращение руля. От её состояния зависят управляемость, отсутствие люфтов и безопасность движения.

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ РУЛЕВОЙ КОЛОНКИ

Рулевая колонка обеспечивает поворот вески и руля относительно рамы, воспринимает вертикальные нагрузки и обеспечивает точность управления.



## 2. ТИПЫ РУЛЕВЫХ КОЛОНОК

Резьбовая (резьбовая вилка)



- Простая конструкция
- Доступна и надёжна
- Требует регулировки

Безрезьбовая (Ahead)



- Лёгкая и прочная
- Тонкая настройка
- Современный стандарт

Интегрированная (пресс-фит)



- Максимальная жёсткость
- Минимальная высота
- Требует точной установки

## 3. УСТРОЙСТВО БЕЗРЕЗЬБОВОЙ КОЛОНКИ (Ahead)



## 4. РУЛЕВАЯ КОЛОНКА В СБОРЕ (Ahead)



## 5. ПРОВЕРКА СОСТОЯНИЯ

Проверьте рулевую колонку на наличие:

- ✓ Люфта при покачивании руля вперёд-назад.
- ✓ Заведённый и тугого вращения руля.
- ✓ Скрипа и посторонних звуков.
- ✓ Повреждённый подшипников, чашек и пыльников.
- ✓ Ослабленные или перетянутые болты.



## 6. СНЯТИЕ РУЛЕВОЙ КОЛОНКИ (Ahead)



Ослабьте болт-якорь и снимите крышку якоря.

Снимите проставочные кольца и чашку (слайсер).

Извлеките вилку из рулевого стакана рамы.

Снимите верхний подшипник и пыльник.

Снимите нижний подшипник и компрессионное кольцо.

Очистите рулевую колонку и все детали от грязи и смазки.

## 7. УСТАНОВКА РУЛЕВОЙ КОЛОНКИ (Ahead)



Запрессуйте нижний подшипник в рулевую стакан.

Установите вилку в рулевую стакан.

Установите компрессионное кольцо и верхний подшипник.

Поставьте пыльник, проставочные кольца и якорь.

Установите крышку якоря и затяните болт-якорь.

Проверьте плавность вращения руля и отсутствие люфта.

## 8. МОМЕНТ ЗАТЯЖКИ

Болт-якорь (крышка якоря): 4–6 Н·м

Болты выноса руля: 5–8 Н·м

Болты крепления вилки (если есть): 8–10 Н·м



## 9. СМАЗКА И ОБСЛУЖИВАНИЕ

- Регулярно очищайте подшипники и чашки от грязи и пыли.
- Смазывайте подшипники качественной консистентной смазкой.
- Проверяйте затяжку болта-якоря и отсутствие люфтов.
- Заменяйте подшипники при появлении заеданий или люфта.



## 10. ТИПИЧНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ

| Проблема               | Причина                                   | Решение                                |
|------------------------|-------------------------------------------|----------------------------------------|
| Люфт в рулевой колонке | Ослаблен болт-якорь или износ подшипников | Подтянуть болт или заменить подшипники |
| Тугое вращение руля    | Перетянут болт-якорь или загрязнение      | Ослабить болт, очистить и смазать      |
| Скрип при повороте     | Сухие подшипники или пыльники             | Смазать подшипники, заменить пыльники  |
| Стук при езде          | Износ или повреждение подшипников         | Заменить подшипники                    |

## 11. ПОЛЕЗНЫЕ СОВЕТЫ

- ✓ Не перетягивайте болт-якорь — это вызывает заедание и быстрый износ.
- ✓ Используйте только качественные подшипники и смазку.
- ✓ После мойки велосипеда обязательно проверьте состояние рулевой колонки.
- ✓ При замене подшипников используйте оправки или пресс.



**ВАЖНО!** Люфт в рулевой колонке опасен и может привести к потере управления.

## 12. ИНСТРУМЕНТЫ





# Глава 12. Подвеска

## 12.1 Назначение подвески

Подвеска — это система, соединяющая колёса с рамой транспортного средства и предназначенная для смягчения ударов и вибраций, возникающих при движении по неровной поверхности.

Во время эксплуатации электротранспорт постоянно подвергается воздействию различных неровностей: трещин асфальта, бордюров, плитки, гравия, грунтовых дорог и других препятствий. Если бы все эти удары напрямую передавались на раму и водителя, управление стало бы менее безопасным, а срок службы большинства узлов значительно сократился бы.

Подвеска выполняет сразу несколько важных задач:

- уменьшает ударные нагрузки;
- повышает комфорт поездки;
- улучшает сцепление колёс с дорогой;
- повышает устойчивость транспортного средства;
- снижает нагрузку на раму, рулевую колонку и колёса;
- уменьшает вероятность потери управления на неровной дороге.

Для электротранспорта подвеска особенно важна, по-

сколько аккумулятор и двигатель увеличивают общую массу, а значит, возрастают и динамические нагрузки.

## **12.2 Принцип работы подвески**

Работа подвески основана на сочетании двух элементов:  
упругого элемента;  
демпфирующего элемента.

Упругий элемент воспринимает удар и накапливает энергию.

Демпфер постепенно гасит колебания, не позволяя транспортному средству долго раскачиваться после наезда на препятствие.

Если бы в подвеске отсутствовал демпфер, колесо после каждого удара продолжало бы многократно подпрыгивать, ухудшая сцепление с дорогой.

## **12.3 Основные элементы подвески**

Типичная подвеска включает:  
амортизатор;  
пружину или эластомер;

демпфер;  
рычаги (в зависимости от конструкции);  
оси;  
втулки;  
подшипники;  
шарниры;  
крепёжные элементы;  
защитные пыльники.

Все элементы работают совместно, обеспечивая плавную и устойчивую работу подвески.

## **12.4 Передняя подвеска**

На большинстве электровелосипедов используется амортизационная вилка.

Она состоит из:

короны;  
ног вилки;  
внутренних труб;  
демпфирующего механизма;  
пружины или воздушной камеры;  
пыльников;  
сальников;  
направляющих втулок.

Передняя подвеска принимает на себя первые удары при движении.

От её исправности зависит точность управления и комфорт водителя.

## **12.5 Задняя подвеска**

Задняя подвеска встречается:  
на двухподвесных электровелосипедах;  
на большинстве современных электросамокатов среднего и высокого класса.

Она может включать:

маятник;

амортизатор;

рычажную систему;

втулки;

подшипники;

оси.

Задняя подвеска улучшает устойчивость при движении по неровной поверхности и снижает нагрузку на аккумулятор и раму.

## **12.6 Основные типы подвесок**

### **Пружинная**

Самая простая конструкция.

Преимущества:

невысокая стоимость;

высокая надёжность;

простота ремонта.

Недостатки:

большой вес;

ограниченные возможности регулировки.

### **Воздушная**

В качестве упругого элемента используется сжатый воздух.

Преимущества:

небольшой вес;

возможность точной настройки;

плавная работа.

Недостатки:

более сложное обслуживание;

необходимость периодической проверки давления.

## **Эластомерная**

Использует специальные полимерные вставки.

Преимущества:

простота конструкции;

низкая стоимость.

Недостатки:

ограниченный ресурс;

ухудшение характеристик при низких температурах.

## **Комбинированная**

Сочетает несколько типов упругих элементов.

Используется в более дорогих моделях.

## **12.7 Регулировки подвески**

Некоторые подвески позволяют регулировать:  
предварительное сжатие пружины;

жёсткость;  
скорость отбоя;  
скорость сжатия;  
давление воздуха;  
блокировку амортизатора.

Правильная настройка значительно улучшает комфорт и управляемость.

## **12.8 Диагностика подвески**

При осмотре необходимо проверить:

отсутствие люфтов;  
отсутствие течи масла;  
состояние пыльников;  
наличие трещин;  
плавность работы;  
отсутствие посторонних шумов;  
исправность регулировок;  
состояние крепёжных элементов.

После сильного удара рекомендуется выполнить внеочередной осмотр.

## 12.9 Основные неисправности

Наиболее распространённые проблемы:

износ втулок;

люфт шарниров;

течь масла;

повреждение сальников;

потеря давления в воздушной вилке;

коррозия штоков;

поломка пружины;

повреждение креплений;

загрязнение направляющих.

Любая из этих неисправностей ухудшает работу подвески и требует своевременного устранения.

## 12.10 Обслуживание

Регулярное обслуживание включает:

очистку деталей после поездок;

проверку крепёжных болтов;

очистку штоков;

смазку элементов (где это предусмотрено конструкцией);

замену изношенных пыльников;

контроль состояния втулок;  
проверку отсутствия люфта.

Своевременное обслуживание значительно увеличивает срок службы подвески.

## **12.11 Замена амортизатора**

Общий порядок работ:

Зафиксировать транспортное средство.

Снять нагрузку с подвески.

Вывернуть крепёжные болты.

Демонтировать амортизатор.

Проверить втулки.

Установить новый амортизатор.

Затянуть крепёж рекомендованным моментом.

Проверить свободный ход подвески.

После замены необходимо выполнить пробную поездку и убедиться в отсутствии посторонних звуков и люфтов.

## **12.12 Уход за подвеской**

Чтобы подвеска служила долго, рекомендуется:

регулярно очищать её от грязи;  
не направлять струю воды под высоким давлением непосредственно на уплотнения;  
периодически проверять состояние сальников;  
своевременно менять смазку и масло (если это предусмотрено производителем);  
избегать эксплуатации с повреждёнными пыльниками.  
Даже качественная подвеска быстро изнашивается при отсутствии ухода.

## **Типичные ошибки начинающих мастеров**

Наиболее распространённые ошибки:  
использование неподходящей смазки;  
чрезмерная затяжка крепёжных болтов;  
игнорирование небольших люфтов;  
эксплуатация с повреждёнными пыльниками;  
отсутствие регулярной очистки;  
неправильная регулировка предварительного натяга;  
установка деталей с перекосом.  
Подобные ошибки могут привести к ускоренному износу и дорогостоящему ремонту.

## **Совет мастера**

После каждой поездки по грязи, песку или под дождём протрите штоки вилки и заднего амортизатора мягкой чистой тканью. Даже небольшое количество песка, попавшее под пыльники, действует как абразив и значительно ускоряет износ втулок, сальников и рабочих поверхностей.

## **Итоги главы**

Подвеска — это сложная система, обеспечивающая комфорт, устойчивость и безопасность движения. Правильно обслуживаемая подвеска улучшает сцепление колёс с дорогой, снижает нагрузку на раму и другие механические узлы, а также повышает срок службы всего электротранспорта. Регулярная диагностика, очистка, своевременная замена изношенных деталей и грамотная настройка позволяют сохранить её эффективность на протяжении многих лет эксплуатации.

# ПОДВЕСКА

Подвеска снижает воздействие неровностей дороги на раму, повышает сцепление колёс с поверхностью и комфорт райдера. От её состояния зависит управление, безопасность и ресурс компонентов.

## 1. ЗАДАЧИ ПОДВЕСКИ

- ✓ Поглощает удары и выбрасывает от неровностей дороги.
- ✓ Поддерживает контакт колёс с поверхностью.
- ✓ Повышает управляемость и устойчивость.
- ✓ Снижает нагрузку на раму и компоненты.
- ✓ Повышает комфорт при движении.



- 1 Передняя подвеска (вилка)
- 2 Задняя подвеска (амортизатор)
- 3 Точка крепления подвески (шарниры)

## 2. ТИПЫ ПОДВЕСОК

### ПЕРЕДНЯЯ (амортизационная вилка)



- Простая конструкция
- Лучшее обслуживание
- Доступная цена

### ЗАДНЯЯ (амортизатор)



- Плавность хода
- Лучшая управляемость
- Более сложное обслуживание

### ПОЛНОПОДВЕСНАЯ (две подвески)



- Максимальный комфорт
- Отличное сцепление
- Большой вес и стоимость

## 3. ПЕРЕДНЯЯ АМОРТИЗАЦИОННАЯ ВИЛКА: УСТРОЙСТВО



- 1 Регулировочная ручка (преднатяг)
- 2 Крышка штока
- 3 Шток вилки (рулевая труба)
- 4 Верхняя корона
- 5 Пыльник
- 6 Внутренняя нога (штанга)
- 7 Внешняя нога (штанга)
- 8 Дропалит (крепление оси колеса)
- 9 Регулятор отскока

### Типы вилок по ходу



- 80-100 мм (трейл, кенни, бездорожье)
- 100-140 мм (трейл, кенни, кэнтри)
- 140 мм и более (даунлоуп, эндрол)

## 4. ЗАДНИЕ АМОРТИЗАТОРЫ

### ПРУЖИННЫЙ



- Простая конструкция
- Долговечность
- Большой вес

### ВОЗДУШНЫЙ



- Малый вес
- Регулировка жесткости
- Требуется насос

### МАСЛЯНО-ВОЗДУШНЫЙ



- Плавная работа
- Широкая настройка
- Более сложное обслуживание

## 5. ОСНОВНЫЕ УЗЛЫ ПОДВЕСКИ (ПОЛНОПОДВЕС)



- 1 Передний треугольник рамы
- 2 Задний треугольник (рысье)
- 3 Верхний линк
- 4 Нижний линк
- 5 Шарниры (подшипники)
- 6 Задний амортизатор
- 7 Точка крепления амортизатора
- 8 Ось заднего колеса

## 6. НАСТРОЙКА ПОДВЕСКИ

### САГ (прояснение)

Рекомендуемый саг 20-30% от общего хода. Проверяется с райдером в экипировке.



### ПРЕДНАТЯГ ПРУЖИНЫ ИЛИ ВОЗДУХА

Установите так, чтобы достичь нужного сага без пробоев.



### ОТСКОК (REBOUND)

Настройте скорость возврата после сжатия. Слишком быстрый — прыжки, слишком медленный — пробои.



## 7. ОБСЛУЖИВАНИЕ ПОДВЕСКИ

### 1. Чистка



Регулярно очищайте штанги вилок и пыльники от грязи и пыли.

### 2. Смазка



Смазывайте пыльники и уплотнения специальной смазкой для подвесок.

### 3. Проверка давления



Проверьте давление в воздушных амортизаторах и в вилке.

### 4. Проверка крепежа



Проверяйте затяжку всех болтов и состояние подшипников.

### 5. Замена уплотнений



При появлении течей меняйте сальники и уплотнения.

### 6. Обслуживание вилок



Периодически проводите полный сервис вилок (замена масла, уплотнений).

## 8. ТИПИЧНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ

| Проблема                         | Причина                                         | Решение                                                     |
|----------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Вилка пробивает ду удар          | Слишком низкое давление, большие удары, отскоки | Увеличьте давление, отрегулируйте отскок, снижайте скорость |
| Подвеска «плывёт» при торможении | Неправильный саг, настройте или износ           | Проверьте саг, настройте преднатяг и отскок, обслужите      |
| Посторонние стуки                | Лфит в шарнирах, износ подшипников              | Проверьте и подтяните болты, замените подшипники            |
| Утечка масла                     | Износ сальников или уплотнений                  | Замените сальники и уплотнения, проверьте на повреждение    |
| Медленный возврат                | Слишком медленный отскок                        | Ускорьте отскок (отрегулируйте регулятор)                   |

## 9. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ИНТЕРВАЛЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ

| Компонент                  | Лёгкое катание (трейл, кенни) | Активное катание (трейл, кенни) | Экстремальное катание (эндуро, дрифт) |
|----------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| Чистка и смазка            | Каждые 1-2 недели             | Каждые 3-5 недель               | После каждого катания                 |
| Проверка давления          | Каждые 2 недели               | Каждое катание                  | Каждое катание                        |
| Проверка крепежа           | Каждый месяц                  | Каждые 2 недели                 | Каждое катание                        |
| Полный сервис вилок        | Каждые 6-12 мес.              | Каждые 3-6 мес.                 | Каждые 1-3 мес.                       |
| Полный сервис амортизатора | Каждые 6-12 мес.              | Каждые 3-6 мес.                 | Каждые 1-3 мес.                       |

## 10. ПОЛЕЗНЫЕ СОВЕТЫ

- ✓ Настройте подвеску под свой вес и стиль катания.
- ✓ Не экономьте на обслуживании — от этого зависит безопасность.
- ✓ Используйте качественные смазки и инструменты.
- ✓ После мойки велосипеда не забывайте смазывать подвеску.

## ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ





# **Глава 13. Складывающий механизм**

## **13.1 Назначение складывающего механизма**

Одним из главных преимуществ большинства современных электросамокатов является возможность быстро сложить транспортное средство для перевозки или хранения. Благодаря складывающему механизму самокат становится компактнее, его удобнее переносить, перевозить в общественном транспорте и хранить дома, в автомобиле или офисе.

Однако удобство конструкции сопровождается серьёзной инженерной задачей. Во время движения складывающий механизм должен выдерживать значительные нагрузки, возникающие при разгоне, торможении, поворотах и проезде через неровности. Он должен надёжно фиксировать рулевую стойку и исключать даже минимальное самопроизвольное складывание.

Поэтому складывающий механизм относится к узлам, требующим регулярного осмотра и своевременного обслуживания.

## **13.2 Принцип работы**

Несмотря на разнообразие конструкций, большинство складывающих механизмов работает по одному принципу.

Рулевая стойка соединяется с декой посредством шарнирного узла. В рабочем положении стойка фиксируется замком, предотвращающим её складывание. Для перевода самоката в транспортное положение фиксатор освобождается, после чего рулевая стойка складывается относительно шарнира.

Во время движения вся нагрузка проходит через этот узел, поэтому даже небольшой износ может привести к появлению люфта или снижению прочности конструкции.

## **13.3 Основные элементы складывающего механизма**

Типичная конструкция включает:

шарнир;

ось складывания;

фиксатор;

запирающий рычаг;

стопорный механизм;

регулируемый узел (если предусмотрен);

штулки;

подшипники или втулочные опоры (в зависимости от конструкции);

пружину;

крепёжные болты;

защитные элементы.

Каждая деталь должна быть исправной и правильно отрегулированной.

## **13.4 Основные типы механизмов**

Производители используют различные конструкции.

Наиболее распространены:

### **Крючковый механизм**

Один из самых простых вариантов.

Фиксация осуществляется при помощи крючка и защёлки.

## **Рычажный механизм**

Использует прижимной рычаг.

Позволяет быстро складывать самокат без инструмента.

## **Эксцентриковый механизм**

Работает по принципу быстросажимного соединения.

Отличается высокой скоростью фиксации и возможностью регулировки усилия.

## **Комбинированный механизм**

Использует сразу несколько способов фиксации.

Часто встречается на мощных и тяжёлых электросамокатах.

## **13.5 Нагрузки на складывающий механизм**

Во время движения механизм испытывает:  
вертикальные нагрузки;  
продольные нагрузки при торможении;  
изгибающие нагрузки;  
крутящие моменты;  
ударные нагрузки при преодолении препятствий;  
вибрации.

Именно поэтому этот узел требует повышенного внимания при техническом обслуживании.

## **13.6 Причины появления люфта**

Наиболее распространённые причины:  
износ втулок;  
износ оси;  
ослабление крепёжных болтов;  
неправильная регулировка;  
деформация деталей;  
износ фиксатора;  
повреждение посадочных мест;  
усталость металла.

Игнорирование даже небольшого люфта может привести к его быстрому увеличению.

## 13.7 Диагностика

Перед каждой серьёзной поездкой рекомендуется проверить:

- отсутствие люфта;
- работу фиксатора;
- состояние оси;
- затяжку крепежа;
- отсутствие трещин;
- отсутствие следов деформации;
- исправность страховочного механизма (если он предусмотрен).

Для проверки необходимо удерживать переднее колесо и аккуратно покачивать рулевую стойку вперёд, назад и в стороны. Любое заметное перемещение в зоне шарнира требует выяснения причины.

## 13.8 Разборка

Перед разборкой:

- очистите механизм;
- подготовьте рабочее место;

сфотографируйте расположение деталей;  
подготовьте ёмкость для мелкого крепежа.

Последовательность:

Ослабить крепёж.

Снять фиксатор.

Извлечь ось.

Демонтировать втулки.

Проверить состояние деталей.

Очистить посадочные поверхности.

При разборке не следует применять чрезмерную силу. Если детали не снимаются, необходимо определить причину, а не пытаться выбить их ударами.

## **13.9 Осмотр деталей**

После разборки необходимо проверить:

отсутствие трещин;

состояние сварных швов;

степень износа оси;

состояние втулок;

состояние пружины;

отсутствие овальности отверстий;

исправность фиксатора;

отсутствие следов коррозии.

Особое внимание следует уделить местам концентрации напряжений вокруг шарнира и сварных соединений.

## **13.10 Сборка и регулировка**

Перед сборкой:

очистите все детали;

замените повреждённые элементы;

нанесите смазку только на те поверхности, где это допускается конструкцией.

После сборки необходимо:

Проверить плавность складывания.

Убедиться в полном срабатывании фиксатора.

Проверить отсутствие люфта.

Выполнить несколько циклов складывания и раскладывания.

Провести контрольную проверку после короткой поездки.

Если механизм регулируемый, усилие фиксации должно быть достаточным для надёжной работы, но не чрезмерным, чтобы не вызывать ускоренный износ деталей.

## **13.11 Обслуживание**

Регулярное обслуживание включает:

очистку от грязи;

удаление песка;

контроль крепёжных болтов;

проверку состояния втулок;

проверку сварных швов;

своевременную замену изношенных деталей.

После эксплуатации под дождём механизм необходимо просушить и очистить.

## **13.12 Основные неисправности**

Наиболее часто встречаются:

люфт рулевой стойки;

скрип;

заклинивание фиксатора;

износ втулок;

деформация оси;

повреждение пружины;

разрушение сварных швов;

появление трещин;

неполная фиксация механизма.

При обнаружении трещин эксплуатацию самоката следует немедленно прекратить до устранения неисправности или замены повреждённого узла.

## **Типичные ошибки начинающих мастеров**

Наиболее распространённые ошибки:

- эксплуатация с небольшим люфтом;
- чрезмерная затяжка регулировочных элементов;
- отсутствие регулярной очистки;
- игнорирование трещин в районе шарнира;
- использование неподходящего крепежа;
- неправильная установка втулок;
- применение ударного инструмента при разборке.

Такие ошибки могут привести к ускоренному износу и снижению прочности механизма.

## **Совет мастера**

Если складывающий механизм начал скрипеть, не пытайтесь

тесью устранить звук только смазкой. Скрип часто является первым признаком появления люфта, загрязнения или износа втулок. Сначала определите источник проблемы, а затем выполняйте обслуживание или замену деталей.

## **Итоги главы**

Складывающийся механизм — один из наиболее нагруженных узлов электросамоката. От его состояния напрямую зависят безопасность, надёжность и комфорт эксплуатации. Регулярный осмотр, своевременная регулировка и замена изношенных деталей позволяют сохранить прочность конструкции и предотвратить развитие серьёзных неисправностей.

# СКЛАДЫВАЮЩИЙ МЕХАНИЗМ

Складывающийся механизм позволяет быстро сложить транспорт для удобной переноски, хранения и перевозки. От его состояния зависит надёжность фиксации, безопасность движения и срок службы всего узла.

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ СКЛАДЫВАЮЩЕГО МЕХАНИЗМА

Обеспечивает быстрое складывание и фиксацию конструкции без использования инструментов. Механизм должен надёжно удерживать раму в рабочем положении без люфтов и самопроизвольного раскладывания.

- Основной замок рамы
- Замок рулевой стойки
- Замок подседельного штыря
- Петля/замок педалей



## 2. ТИПЫ СКЛАДЫВАЮЩИХ МЕХАНИЗМОВ

| ШАРНИРНЫЙ (клипса)                                                                                                                                                   | ЭКСЦЕНТРИКОВЫЙ (быстрозажимной)                                                                                                                                     | РЕЗЬБОВЫЙ (болтовой)                                                                                                                                                           | МАГНИТНЫЙ (с фиксатором)                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br><ul style="list-style-type: none"> <li>Простая конструкция</li> <li>Лёгкий вес</li> <li>Быстрое складывание</li> <li>Требуется регулярной регулировки</li> </ul> | <br><ul style="list-style-type: none"> <li>Надёжная фиксация</li> <li>Удобство использования</li> <li>Регулируемое усилие</li> <li>Чувствителен к износу</li> </ul> | <br><ul style="list-style-type: none"> <li>Максимальная надёжность</li> <li>Не требует частой регулировки</li> <li>Долгие складывание</li> <li>Требуется инструмент</li> </ul> | <br><ul style="list-style-type: none"> <li>Быстро и удобно</li> <li>Эстетичный внешний вид</li> <li>Ограниченная нагрузка</li> <li>Чувствителен к грязи</li> </ul> |

## 3. УСТРОЙСТВО ОСНОВНОГО ЗАМКА РАМЫ



- Корпус замка (нетила)
- Ответная часть (скоба)
- Ось пружины
- Фиксирующий рычаг (эксцентрик)
- Регулировочная гайка
- Пружина пружины
- Ограничитель упора
- Фиксатор безопасности

## 4. ЗАМКИ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ УЗЛОВ

| РУЛЕВАЯ СТОЙКА                                                                                                                                             | ПОДСЕДЕЛЬНЫЙ ШТЫРЬ                                                                                                                                        | ПЕДАЛИ                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br><ul style="list-style-type: none"> <li>Регулируемый эксцентрик</li> <li>Надёжная фиксация</li> <li>Проверяйте затяжку перед каждой поездкой</li> </ul> | <br><ul style="list-style-type: none"> <li>Быстрозажимной конус</li> <li>Удобная регулировка</li> <li>Не перетягивайте – можно повредить штырь</li> </ul> | <br><ul style="list-style-type: none"> <li>Складные педали</li> <li>Экономит место</li> <li>Проверяйте фиксацию оси педалей</li> </ul> |

## 5. ПРОВЕРКА СОСТОЯНИЯ МЕХАНИЗМА

Проверьте механизм на наличие:

- ✓ Люфта в шарнирах
- ✓ Коррозии и загрязнений
- ✓ Износа трущихся поверхностей
- ✓ Ослабления креплённых болтов
- ✓ Надёжности фиксации рычагов
- ✓ Повреждения пружины и фиксаторов



## 6. РЕГУЛИРОВКА ЗАМКА (ЭКСЦЕНТРИКОВОГО ТИПА)



## 7. СКЛАДЫВАНИЕ ВЕЛОСИПЕДА



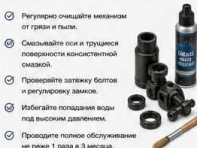
## 8. СКЛАДЫВАНИЕ САМОКАТА



## 9. ТИПИЧНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И ИХ ПРИЧИНЫ

| Проблема                   | Возможная причина                                     | Решение                                            |
|----------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Люфт в сложенном состоянии | Ослабление болтов, износ упругих                      | Подтяните крепеж, замените изношенные детали       |
| Рычаг не фиксируется       | Недостаточное усилие, износ механизма                 | Отрегулируйте, очистите или замените механизм      |
| Трудно закрывать рычаг     | Чрезмерное усилие, загрязнение, износ и разбалтывание | Очистите регулировочный элемент и смажьте          |
| Самостоятельное открытие   | Износ фиксатора или пружины, вибрация                 | Замените изношенные элементы                       |
| Скрип и посторонние звуки  | Сухие трения, износ                                   | Смажьте трущиеся части, замените изношенные детали |

## 10. СМАЗКА И ОБСЛУЖИВАНИЕ



## 11. ПОЛЕЗНЫЕ СОВЕТЫ

- ✓ Не перетягивайте зажимы – это ускорит износ и усложнит регулировку.
- ✓ Всегда проверяйте фиксацию перед каждой поездкой.
- ✓ При замене деталей используйте качественные комплектующие.
- ✓ Возьмите с собой шестигранные и ключи на 4–6 мм для быстрой регулировки.
- ✓ При появлении люфта не откладывайте обслуживание – это опасно!





# Глава 14. Цепь и трансмиссия

## 14.1 Что такое трансмиссия

Трансмиссия — это система механических узлов, передающая усилие от педалей к заднему колесу. На электровелосипеде она работает совместно с электродвигателем, позволяя эффективно использовать мышечную силу водителя и мощность электрического привода.

Хотя конструкция электровелосипедов разных производителей может отличаться, принципы работы трансмиссии практически одинаковы. Независимо от марки и модели, она состоит из набора деталей, передающих вращение через цепь к заднему колесу.

Исправная трансмиссия обеспечивает:

- плавное движение;

- эффективную передачу мощности;

- лёгкое переключение передач;

- снижение износа компонентов;

- экономии энергии аккумулятора при педалировании.

При плохом состоянии трансмиссии возрастает сопротивление движению, появляются посторонние шумы, ухудшается переключение передач и ускоряется износ остальных деталей.

## 14.2 Основные элементы трансмиссии

В состав классической трансмиссии входят:

педали;

шатуны;

каретка;

передняя ведущая звезда;

цепь;

кассета или трещотка;

задний переключатель;

ролики переключателя;

переключатель скоростей;

трос переключателя;

рубашка троса.

На некоторых моделях дополнительно используются натяжители цепи или планетарные втулки.

## 14.3 Принцип работы

При вращении педалей усилие передаётся через шатуны на переднюю звезду. Передняя звезда приводит в движение

цепь, которая вращает заднюю кассету или трещотку. Через втулку вращение передаётся на заднее колесо.

Переключатель перемещает цепь между звёздами кассеты, изменяя передаточное отношение. Благодаря этому водитель может выбрать оптимальную передачу в зависимости от скорости движения и рельефа местности.

## 14.4 Цепь

Цепь — один из наиболее нагруженных элементов трансмиссии.

Она состоит из:  
внутренних звеньев;  
наружных пластин;  
роликов;  
втулок;  
осей (пинов).

Во время работы цепь испытывает постоянные нагрузки, поэтому постепенно удлиняется вследствие износа шарнирных соединений. Это явление часто называют «растяжением цепи», хотя фактически металл пластин почти не растягивается.

## **14.5 Виды цепей**

Цепи различаются:  
количеством скоростей;  
шириной;  
прочностью;  
типом покрытия;  
наличием замка;  
антикоррозионной обработкой.

Использование цепи, не соответствующей числу передач, может привести к ухудшению переключения и ускоренному износу звёзд.

## **14.6 Передние звёзды**

Передняя звезда передаёт вращение на цепь.  
Она может иметь различное количество зубьев.  
Износ проявляется в виде:  
заострённых зубьев;  
неравномерного профиля;  
появления заусенцев;  
пропусков цепи.

Изношенную звезду рекомендуется заменять одновре-

менно с цепью, если их износ значителен.

## **14.7 Кассета и трещотка**

На современных электровелосипедах чаще используется кассета.

Она отличается:

большой прочностью;

удобством обслуживания;

лучшей передачей нагрузки.

Трещотка обычно устанавливается на более простых моделях.

При диагностике необходимо обращать внимание на:

состояние зубьев;

наличие люфта;

свободный ход механизма.

## **14.8 Переключатель передач**

Задний переключатель обеспечивает перемещение цепи между звёздами кассеты.

Основные элементы:

рамка;  
ролики;  
возвратная пружина;  
регулирующие винты;  
механизм натяжения цепи.

Исправный переключатель должен обеспечивать быстрое и точное переключение без пропусков.

## **14.9 Каретка**

Каретка соединяет шатуны с рамой и обеспечивает их свободное вращение.

Современные каретки чаще всего имеют герметичные подшипники и не требуют частого обслуживания. Однако при появлении люфта, шума или тугого вращения каретку необходимо проверить и при необходимости заменить.

## **14.10 Диагностика трансмиссии**

При техническом обслуживании рекомендуется проверить:

степень износа цепи;

состояние зубьев звёзд;  
плавность вращения каретки;  
работу переключателя;  
натяжение троса;  
состояние роликов;  
отсутствие люфтов;  
наличие повреждений цепи.

Комплексная диагностика позволяет выявить проблему до появления серьёзных неисправностей.

## **14.11 Обслуживание цепи**

Регулярное обслуживание включает:

Очистку цепи от грязи.

Проверку на наличие повреждений.

Измерение степени износа.

Нанесение подходящей смазки.

Удаление излишков смазочного материала.

Грязная цепь работает как абразивный механизм и значительно ускоряет износ всей трансмиссии.

## **14.12 Замена цепи**

Основные этапы:

Переключить цепь на минимальную передачу.

Разомкнуть старую цепь при помощи выжимки или замка.

Снять цепь.

Проверить состояние звёзд.

Установить новую цепь нужной длины.

Соединить звенья.

Проверить плавность работы.

После установки рекомендуется выполнить пробную поездку и проверить переключение передач.

## **14.13 Регулировка переключателя**

Регулировка включает:

настройку ограничительных винтов;

регулировку натяжения троса;

проверку положения переключателя;

контроль точности переключения на всех передачах.

Все регулировки выполняются постепенно, с обязательной проверкой после каждого изменения.

## **14.14 Основные неисправности**

Наиболее распространённые проблемы:

- растяжение цепи;
- износ зубьев звёзд;
- погнутый переключатель;
- загрязнение роликов;
- обрыв троса;
- заедание рубашки;
- повреждение замка цепи;
- люфт каретки;
- шум трансмиссии.

Большинство этих неисправностей устраняется своевременным обслуживанием и заменой изношенных компонентов.

## **14.15 Типичные ошибки начинающих мастеров**

Чаще всего встречаются:

- установка цепи неправильной длины;
- использование несовместимой цепи;

чрезмерное количество смазки;  
отсутствие регулярной очистки;  
попытка использовать сильно изношенную цепь;  
неправильная регулировка переключателя;  
игнорирование износа кассеты.

Такие ошибки приводят к ускоренному износу всех элементов трансмиссии.

## **Совет мастера**

Регулярно измеряйте износ цепи специальным шаблоном. Замена цепи на ранней стадии обходится значительно дешевле, чем одновременная замена цепи, кассеты и передних звёзд. Это одно из самых выгодных профилактических мероприятий при обслуживании электровелосипеда.

## **Итоги главы**

Трансмиссия представляет собой единую систему, в которой все элементы работают совместно. Исправная цепь, звёзды, каретка и переключатель обеспечивают эффективную передачу усилия, плавное переключение передач и вы-

сокий ресурс компонентов. Регулярное обслуживание, своевременная диагностика и правильная регулировка позволяют существенно продлить срок службы трансмиссии и сделать эксплуатацию электровелосипеда более надёжной и комфортной.

# ЦЕПЬ И ТРАНСМИССИЯ

Трансмиссия передаёт усилие от педалей к колесу, обеспечивая движение и позволяя выбирать оптимальное передаточное отношение. От её состояния зависит эффективность, плавность хода и срок службы компонентов.

## 1. УСТРОЙСТВО ТРАНСМИССИИ ВЕЛОСИПЕДА

- Шатуны (система)**  
Передают усилие от педалей на звёзды.
- Передние звёзды**  
Устанавливаются на систему (обычно 1-3 звёзды).
- Цепь**  
Передаёт усилие между задними и передними звёздами и кассетой.
- Задняя кассета (трещотки)**  
Набор звёзд разного диаметра.
- Задний переключатель**  
Переключает цепь по звёздам кассеты.
- Ролики переключателя**  
Обеспечивают натяжение и плавность хода цепи.
- Педали**  
Точка приложения усилия райдера.



## 2. ТИПЫ ЦЕПИ

Односкоростная (1/8")



- Простая и надёжная
- Широкие пластины
- Для 1-скоростных систем

Многоскоростная (9/10/11 скоростей)



- Узкие пластины
- Совместима с переключателями
- Для многоскоростных систем

Электровелосипедная (усиленная)



- Утолщённые пластины и пинны
- Повышенная прочность
- Для электровелосипедов и мощных систем

## 3. ЭЛЕМЕНТЫ ТРАНСМИССИИ

Передние звёзды



- 1, 2 или 3 звёзды
- Сталь или алюминий
- Разный размер под задний

Задняя кассета



- 6-12 звёзд
- Диаметр под стиль езды
- Сталь или алюминий

Задний переключатель



- Обеспечивает переключение
- Управляет переключением цепи
- Натяжение и ролики

Ролики переключателя



- Верхний — направляющий
- Нижний — натяжной
- Управляет переключением цепи

## 4. ИЗНОС ЦЕПИ

Новая цепь



Износ 0.5%



Износ 1.0% и более (цепь под замену)



Проверка износа с помощью индикатора:  
Вставьте индикатор в цепь. Если метка 0.75 или 1.0 видна — цепь изношена.



Последствия износа цепи:

- Плохое переключение
- Проскакивание цепи
- Износ звёзд кассеты и передних звёзд

## 5. УСТАНОВКА ЦЕПИ



1. Проверьте цепь на предмет износа.



2. Проверьте цепь на предмет износа.



3. Проверьте цепь на предмет износа.



4. Проверьте цепь на предмет износа.



5. Проверьте цепь на предмет износа.



6. Проверьте цепь на предмет износа.

## 6. РЕГУЛИРОВКА ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯ

Виты ограничитель

H (High)  
Ограничивает ход к большой звезде.



L (Low)  
Ограничивает ход к малой звезде.



Регулировка натяжения троса



Проверьте натяжение троса на переключателе для точной настройки.

Проверка переключения  
Цепь должна плавно переключаться между звёздами без шума и проскакивания.



## 7. ТИПИЧНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ ТРАНСМИССИИ

| Проблема              | Возможная причина                           | Решение                                                 |
|-----------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Цепь слетает со звёзд | Неправильная регулировка ограничителя       | Настройте винты H и L                                   |
| Плохое переключение   | Износ цепи или троса, загрязнение           | Замените цепь/трос, очистите и смажьте                  |
| Проскакивание цепи    | Износ звёзд или цепи, слабое натяжение      | Замените изношенные детали, отрегулируйте натяжение     |
| Шум при pedalировании | Грязь, сухая цепь, износ                    | Очистите и смажьте, проверьте износ                     |
| Цепь заедает          | Перекос переключателя, повреждённый рычажок | Проверьте и отрегулируйте, замените повреждённые звёзды |

## 8. ОБСЛУЖИВАНИЕ ЦЕПИ И ТРАНСМИССИИ

Очистка



Регулярно очищайте цепь от грязи и пыли.

Смазка



Используйте специальную смазку для цепи.

Проверка



Проверяйте износ цепи каждые 300-500 км.

Замена



Своевременно заменяйте изношенные компоненты.

## 9. ДЛИНА ЦЕПИ

Правильная длина цепи обеспечивает корректную работу трансмиссии.

- Оберните цепь вокруг самой большой звёзды спереди и сзади (без переключателя).
- Добавьте 2 полных звена.
- При необходимости укоротите цепь.



## 10. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ИНТЕРВАЛЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ

| Действие                         | Интервал                                |
|----------------------------------|-----------------------------------------|
| Очистка и смазка цепи            | Каждые 100-200 км или после дождя       |
| Проверка износа цепи             | Каждые 300-500 км                       |
| Проверка переключателей и тросов | Каждые 500 км                           |
| Замена цепи                      | При износе 0.75-1.0%                    |
| Замена кассеты и звёзд           | По мере износа (обычно 2-3 замены цепи) |

## 11. ПОЛЕЗНЫЕ СОВЕТЫ

- Не мойте трансмиссию под сильной струей воды.
- Используйте качественную смазку для цепи.
- Своевременно меняйте изношенные цепи и звёзды.
- Настраивайте переключатели точно.
- Храните велосипед в чистом и сухом месте.
- Проверьте натяжение цепи.

**ВАЖНО!** Изношенная цепь быстро выводит из строя кассету и звёзды.



# **Глава 15. Каретка**

## **15.1 Назначение каретки**

Каретка — это узел, соединяющий шатуны с рамой электровелосипеда и обеспечивающий их свободное вращение. Во время педалирования именно через каретку передаётся усилие на ведущую звезду, а затем — через цепь к заднему колесу.

В современных электровелосипедах значение каретки стало ещё выше. На многих моделях рядом с ней устанавливается датчик педалирования (PAS), а в велосипедах с центральным приводом кареточный узел является частью силовой установки.

Каретка должна выдерживать большие механические нагрузки, работать плавно и без люфта, а также быть защищённой от влаги, грязи и пыли.

## **15.2 Принцип работы**

Во время вращения педалей усилие передаётся на шатуны, закреплённые на оси каретки. Ось вращается в подшип-

никах, обеспечивая плавное движение с минимальным сопротивлением.

Основные требования к работе каретки:

лёгкое вращение;

отсутствие люфта;

отсутствие посторонних шумов;

высокая прочность;

надёжная защита подшипников.

## **15.3 Основные элементы каретки**

Типичный кареточный узел включает:

кареточный стакан рамы;

ось каретки;

подшипники;

чашки (в зависимости от конструкции);

пыльники;

уплотнения;

проставочные кольца;

крепежные элементы.

При наличии системы помощи педалированию рядом могут располагаться:

магнитный диск PAS;

датчик PAS;

проводка датчика.

На электровелосипедах с центральным мотором в области каретки также размещаются редуктор, датчик крутящего момента и силовой привод.

## **15.4 Основные типы кареток**

### **Картриджная каретка**

Самый распространённый вариант.

Подшипники размещены внутри герметичного корпуса, который устанавливается в кареточный стакан.

Преимущества:

высокая надёжность;

защита от загрязнений;

простая замена;

минимальное обслуживание.

### **Разборная каретка**

Используется преимущественно на старых велосипедах.

Позволяет заменить отдельные детали, но требует регу-

лярной регулировки и смазки.

## **Каретка с внешними подшипниками**

Подшипники расположены вне кареточного стакана в специальных чашках.

Преимущества:

большая жёсткость;

увеличенный ресурс;

лучшая работа под нагрузкой.

## **Press-Fit**

Подшипники запрессовываются непосредственно в раму.

Такая конструкция уменьшает массу, но требует высокой точности изготовления и специального инструмента при ремонте.

## **15.5 Подшипники каретки**

В современных каретках обычно применяются герметич-

ные шариковые подшипники.

Они обеспечивают:

плавное вращение;

высокий ресурс;

защиту от влаги;

отсутствие необходимости в частой смазке.

Признаки износа:

люфт;

скрип;

хруст;

тугое вращение;

вибрация при педалировании.

## **15.6 Диагностика каретки**

Перед разборкой рекомендуется провести комплексную проверку.

Необходимо оценить:

наличие люфта;

лёгкость вращения шатунов;

отсутствие посторонних шумов;

состояние крепления шатунов;

состояние кареточного стакана;

исправность датчика PAS (при наличии).

Для проверки возьмитесь за шатун и попробуйте сместить его в стороны. Любое заметное боковое перемещение может свидетельствовать о неисправности каретки или крепления шатунов.

## **15.7 Основные неисправности**

Наиболее распространённые проблемы:

износ подшипников;

повреждение оси;

ослабление крепления шатунов;

попадание воды;

коррозия;

повреждение резьбы кареточного стакана;

скрип при педалировании;

разрушение уплотнений;

неправильная установка.

При эксплуатации с неисправной кареткой возможно повреждение шатунов и посадочных поверхностей рамы.

## **15.8 Демонтаж каретки**

Перед началом работы необходимо:  
очистить область каретки;  
снять цепь с передней звезды;  
демонтировать шатуны;  
подготовить подходящий съёмник.

Общий порядок:

Снять шатуны.

Очистить резьбу.

Вывернуть чашки или картридж специальным инструментом.

Извлечь каретку.

Осмотреть кареточный стакан.

Очистить посадочные поверхности.

Следует помнить, что на некоторых каретках одна из чашек имеет левую резьбу.

## **15.9 Установка новой каретки**

Перед монтажом необходимо:

проверить совместимость новой каретки с рамой;  
очистить резьбу;

при необходимости нанести рекомендованную производителем смазку или фиксирующий состав.

Порядок установки:

Ввернуть чашки или картридж.

Затянуть с рекомендованным моментом.

Установить шатуны.

Проверить отсутствие люфта.

Проверить плавность вращения.

Выполнить контрольную поездку.

## **15.10 Каретка и система помощи педалированию (PAS)**

На большинстве электровелосипедов возле каретки установлен датчик PAS.

Он определяет вращение педалей и передаёт сигнал контроллеру, который включает электродвигатель.

Во время обслуживания необходимо:

проверить положение магнитного диска;

убедиться в отсутствии загрязнений;

проверить целостность проводов;

измерить зазор между датчиком и магнитным кольцом согласно требованиям производителя.

Повреждение или неправильная установка элементов PAS может привести к некорректной работе системы помощи.

## **15.11 Обслуживание**

Регулярное обслуживание включает:

очистку кареточного узла;

проверку крепления шатунов;

контроль отсутствия люфта;

осмотр уплотнений;

проверку состояния датчика PAS;

своевременную замену изношенных компонентов.

Большинство современных картриджных кареток не требует разборки и обслуживается заменой в сборе.

### **Типичные ошибки начинающих мастеров**

Наиболее распространённые ошибки:

использование неподходящего съёмника;

попытка выкрутить чашку в неправильном направлении;

чрезмерная затяжка;

неправильная установка проставочных колец;

установка несовместимой каретки;

повреждение резьбы кареточного стакана;

игнорирование люфта;

неправильная установка магнитного диска PAS.

Такие ошибки могут привести к повреждению каретки, шатунов или даже рамы.

## **Совет мастера**

Перед заказом новой каретки обязательно измерьте ширину кареточного стакана, длину оси (если применимо) и определите стандарт крепления. Даже внешне похожие каретки могут отличаться по размерам и типу соединения, что делает их несовместимыми с конкретной рамой или системой шатунов.

## **Итоги главы**

Каретка является одним из ключевых узлов механической части электровелосипеда. Она обеспечивает передачу усилия от педалей к трансмиссии, а на современных моделях также взаимодействует с системой помощи педалированию или центральным электродвигателем. Грамотная диагностика, правильный подбор компонентов и соблюдение технологии установки позволяют значительно увеличить срок служ-

бы кареточного узла и обеспечить надёжную работу всего велосипеда.

# КАРЕТКА

Каретка соединяет шатуны с рамой и обеспечивает передачу усилия от педалей к трансмиссии. От её состояния зависят плавность хода, эффективность педалирования и срок службы узлов.

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ КАРЕТКИ

Каретка служит опорой для оси шатунов и обеспечивает их свободное вращение. Передаёт крутящий момент от педалей к цепи через звёздку системы.



## 2. ТИПЫ КАРЕТОК



- Картриджная (промподшипники)**
  - Наиболее распространена
  - Высокая надёжность
  - Простая замена
- Резьбовая (навинтная)**
  - Регулируемая
  - Требует точной установки
  - Надёжная, но тяжёлая
- Пресс-фит (апрессовываемая)**
  - Лёгкая конструкция
  - Требует точной установки
  - Восстановить сложно
- Интегрированная (в раму)**
  - Часть конструкции рамы
  - Максимальная жёсткость
  - Сложная замена

## 3. УСТРОЙСТВО КАРТРИДЖНОЙ КАРЕТКИ



## 4. ТИПЫ КОРПУСОВ КАРЕТКИ И ШИРИНА

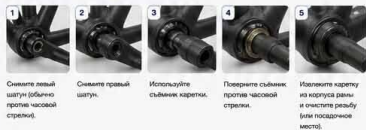


## 5. ПРОВЕРКА СОСТОЯНИЯ КАРЕТКИ



- Покачайте шатуны из стороны в сторону. Лифт не допускать.
- Прокрутите шатуны. Ход должен быть плавным, без заеданий и хруста.
- Проверьте наличие скрипов при нагрузке.
- Осмотрите пыльники на наличие грязи и повреждений.
- При надёжном люфте, шуму или тугом ходе каретку необходимо заменить.

## 6. СНЯТИЕ КАРТРИДЖНОЙ КАРЕТКИ



## 7. УСТАНОВКА НОВОЙ КАРЕТКИ



## 8. ИНСТРУМЕНТЫ



## 9. ТИПИЧНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ

| Проблема                | Причина                                | Решение                                       |
|-------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Лифт шатунов            | Износ подшипников или оси              | Заменить каретку                              |
| Скрип при педалировании | Сухие подшипники, грязь, износ         | Очистить, смазать или заменить каретку        |
| Тугий ход шатунов       | Положение грязи, износ                 | Очистить, смазать или заменить каретку        |
| Шум при нагрузке        | Износ подшипников или посадочное место | Заменить каретку или полностью проверить раму |

## 10. СОВМЕСТИМОСТЬ КАРЕТОК

| Тип каретки           | Ширина корпуса | Тип оси         | Примечание                    |
|-----------------------|----------------|-----------------|-------------------------------|
| Картриджная (BSA)     | 68 / 73 мм     | Квадрат / Шлицы | MTB, городские, гибриды       |
| Картриджная (PPF)     | 86 / 92 мм     | Шлицы           | Современные MTB и шоссе       |
| Резьбовая (навинтная) | 68 / 73 мм     | Квадрат         | Старые и бюджетные велосипеды |
| Интегрированная       | —              | —               | Прямую и карбоновые рамы      |

Всегда проверяйте совместимость каретки с рамой и шатунами перед покупкой.

## 11. ПОЛЕЗНЫЕ СОВЕТЫ

- Регулярно очищайте каретку от грязи и пыли.
- Используйте консистентную смазку для подшипников.
- Не мойте велосипед под сильным напором воды.
- При ловлении лифта или шума — не откладывайте замену.
- При установке соблюдайте момент затяжки (обычно 35–50 Нм для резьбовых кареток).
- Своевременное обслуживание продлевает срок службы всей трансмиссии.

**Важно!** Неправильная установка каретки может привести к повреждению рамы и шатунов.



# **Глава 16. Педали**

## **16.1 Назначение педалей**

Педали являются одним из основных элементов механического привода электровелосипеда. Именно через них усилие, создаваемое водителем, передаётся на шатуны, каретку, цепь и далее — на заднее колесо.

Даже на электровелосипедах с мощным мотором педали продолжают играть важную роль. Они используются при трогании с места, движении на подъёмах, увеличении запаса хода аккумулятора и работе системы помощи педалированию (PAS).

Во время эксплуатации педали испытывают значительные нагрузки. Помимо усилия водителя, на них воздействуют удары при наезде на препятствия, вибрации, влага, грязь и перепады температур. Поэтому их исправность напрямую влияет на безопасность и комфорт управления.

## **16.2 Устройство педали**

Несмотря на разнообразие моделей, большинство педалей

имеет схожую конструкцию.

Основные элементы:

корпус педали;

ось;

подшипники или втулки скольжения;

гайки регулировки (в обслуживаемых моделях);

пыльники;

уплотнения;

отражатели (при наличии);

противоскользкие шипы или рифлёная поверхность.

Все элементы должны работать согласованно, обеспечивая свободное вращение педали и её надёжное крепление к шатуну.

## 16.3 Принцип работы

Ось педали жёстко соединяется с шатуном, а корпус педали свободно вращается вокруг неё на подшипниках или втулках.

Такая конструкция позволяет ноге сохранять удобное положение независимо от угла поворота шатуна и уменьшает трение во время педалирования.

Чем легче вращается корпус педали и чем меньше внутреннее сопротивление, тем эффективнее передаётся усилие.

## **16.4 Основные виды педалей**

### **Платформенные**

Наиболее распространённый тип.

Преимущества:

простота;

удобство;

возможность использования любой обуви;

высокая надёжность.

Именно такие педали устанавливаются на большинстве городских и прогулочных электровелосипедов.

### **Контактные**

Используются совместно со специальной обувью.

Преимущества:

более эффективная передача усилия;

лучший контроль велосипеда;

возможность тянуть педаль вверх.

Недостатком является необходимость привыкания к ме-

ханизму фиксации.

## **Комбинированные**

Одна сторона работает как обычная платформа, другая — как контактная педаль.

Такое решение подходит для универсального использования.

## **Складные**

Часто применяются на компактных и складных электровелосипедах.

Позволяют уменьшить габариты транспортного средства при хранении и перевозке.

## **16.5 Материалы изготовления**

Современные педали производятся из различных материалов:

пластик;

алюминиевые сплавы;  
магниевые сплавы;  
сталь;  
композитные материалы.

Выбор материала влияет на массу, прочность, устойчивость к коррозии и стоимость изделия.

## **16.6 Подшипники педалей**

Внутри педалей могут использоваться:  
шариковые подшипники;  
игольчатые подшипники;  
втулки скольжения;  
комбинированные конструкции.

Герметичные подшипники требуют минимального обслуживания, тогда как разборные системы нуждаются в периодической очистке и смазке.

## **16.7 Диагностика**

Во время технического обслуживания необходимо проверить:

- наличие люфта;
- плавность вращения;
- состояние резьбы;
- целостность корпуса;
- отсутствие трещин;
- состояние шипов;
- исправность отражателей;
- отсутствие повреждений оси.

При обнаружении люфта следует определить, связан ли он с подшипниками педали или с резьбовым соединением шатуна.

## **16.8 Основные неисправности**

Наиболее распространённые проблемы:

- износ подшипников;
- люфт корпуса;
- повреждение оси;
- разрушение платформы;
- износ шипов;
- повреждение резьбы;
- заклинивание;
- коррозия внутренних деталей.

Эксплуатация повреждённых педалей может привести к

их разрушению во время движения.

## **16.9 Демонтаж педалей**

Перед снятием необходимо:

очистить область соединения;

подготовить pedalный ключ или шестигранник (в зависимости от конструкции).

Последовательность:

Зафиксировать шатун.

Ослабить резьбовое соединение.

Вывернуть pedal.

Очистить резьбу.

Осмотреть шатун.

Следует помнить, что левая pedal имеет левую резьбу, а правая — правую.

Неправильное направление вращения может привести к повреждению резьбы.

## **16.10 Установка новых педалей**

Перед установкой необходимо:

убедиться в совместимости резьбы;  
очистить резьбовое соединение;  
при необходимости нанести тонкий слой подходящей смазки или специальной противозадирной пасты.

Порядок установки:

Ввернуть педаль вручную.

Убедиться, что резьба идёт без перекоса.

Затянуть рекомендованным моментом.

Проверить свободное вращение.

Выполнить пробную поездку.

## **16.11 Обслуживание**

Регулярное обслуживание включает:

очистку корпуса;

проверку крепления;

контроль люфта;

проверку отражателей;

обслуживание подшипников (если конструкция разборная);

замену повреждённых деталей.

После эксплуатации под дождём рекомендуется удалить загрязнения и просушить педали.

## **16.12 Педали и система PAS**

На электровелосипедах работа датчика PAS зависит от вращения шатунов, а не от конструкции педалей.

Однако заклинившие или повреждённые педали увеличивают сопротивление вращению и могут ухудшить комфорт педалирования.

При появлении необычного сопротивления во время вращения следует проверить не только каретку, но и сами педали.

### **Типичные ошибки начинающих мастеров**

Наиболее распространённые ошибки:

- перепутаны левая и правая педали;
- попытка вкрутить педаль с перекосом;
- чрезмерная затяжка;
- отсутствие смазки на резьбе;
- эксплуатация с люфтом;
- использование повреждённой оси;
- неправильная регулировка разборных подшипников.

Эти ошибки часто приводят к повреждению резьбы шатуна и необходимости дорогостоящего ремонта.

## **Совет мастера**

Всегда начинайте установку педали вручную, без использования ключа. Если резьба входит легко на несколько первых витков, только после этого используйте инструмент для окончательной затяжки. Такой способ практически исключает повреждение резьбы в шатуне.

## **Итоги главы**

Педали являются важной частью механического привода электровелосипеда. Несмотря на простоту конструкции, они испытывают постоянные нагрузки и требуют регулярного контроля. Правильный выбор, грамотная установка, своевременное обслуживание и замена изношенных компонентов обеспечивают эффективную передачу усилия, комфорт педалирования и безопасность эксплуатации.

# ПЕДАЛИ

Педали передают усилие от ног райдера к трансмиссии. От их состояния зависят эффективность педалирования, безопасность и комфорт. Регулярная проверка и обслуживание продлевают срок службы узлов и резьбовых соединений.

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ ПЕДАЛЕЙ

Педали обеспечивают соединение ноги райдера с шатуном и передачу крутящего момента к трансмиссии. Они должны быть прочными, надежными и обеспечивать хорошее сцепление.



- 1 Корпус педали
- 2 Штырь противоскользящий
- 3 Ось (шпиндель)
- 4 Подшипник
- 5 Отрастакель
- 6 Резьба оси

## 2. ТИПЫ ПЕДАЛЕЙ

### ПЛАТФОРМЕННЫЕ (плоские)



- Универсальные
- Простая конструкция
- Хорошее сцепление
- Подходит для любой обуви

### КОНТАКТНЫЕ (шоссейные)



- Фиксация обуви
- Эффективная передача усилия
- Требуют специальной обуви

### КОНТАКТНЫЕ (MTB)



- Двухсторонняя фиксация
- Легкое активирование
- Освобождение от грязи
- Для горного велосипеда

### СКЛАДНЫЕ



- Экономия места
- Удобны для складных велосипедов
- Меньше шансов повреждения

## 3. УСТРОЙСТВО ПЕДАЛИ (ПЛАТФОРМЕННОЙ)



- 1 Штырь противоскользящий
- 2 Корпус педали
- 3 Отрастакель
- 4 Подшипник
- 5 Втулка
- 6 Уплотнительное кольцо
- 7 Ось (шпиндель)
- 8 Контргайка / заглушка

## 4. РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ ПЕДАЛЕЙ

У педалей разная резьба для левой и правой стороны.

### Правая педаль (R)

Правая резьба (вкручивается по часовой стрелке)



### Левая педаль (L)

Левая резьба (вкручивается против часовой стрелки)



Важно не перепутать педали при установке, чтобы не сорвать резьбу в шатунах!

## 5. ПРОВЕРКА СОСТОЯНИЯ ПЕДАЛЕЙ

- ✓ Проверьте логот педали, поочередно её ввернув и из стороны в сторону.
- ✓ Проверьте вращение: педаль должна крутиться плавно, без заеданий и скрипа.
- ✓ Осмотрите корпус на наличие трещин и деформаций.
- ✓ Проверьте штыли и отрастакель.
- ✓ Проверьте резьбу оси на повреждения.



## 6. СНЯТИЕ ПЕДАЛЕЙ

### Правая педаль (R)

1. Поверните клок против часовой стрелки.
2. Удерживайте шатун в неподвижном положении.
3. Открутите педаль и снимите её.



### Левая педаль (L)

1. Поверните клок по часовой стрелки.
2. Удерживайте шатун в неподвижном положении.
3. Открутите педаль и снимите её.



## 7. УСТАНОВКА ПЕДАЛЕЙ

### Правая педаль (R)

1. Вкрутите педаль по часовой стрелке вручную.
2. Затяните ключом.
3. Не переусердуйте!



### Левая педаль (L)

1. Вкрутите педаль против часовой стрелки вручную.
2. Затяните ключом.
3. Не переусердуйте!



## 8. ОБСЛУЖИВАНИЕ ПЕДАЛЕЙ

### Очистка

Удалите грязь штылем и ворсом.



### Смазка подшипников

Снимите пыльники, нанесите смазку.



### Проверка оси

Проверьте резьбу и состояние оси.



### Проверка штылей

Затяните ослабленные штыли шестигранным ключом.



## 9. ТИПИЧНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ

| Проблема                  | Причина                              | Решение                                                              |
|---------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Логот педали              | Износ подшипников или оси            | Заменить подшипники или педаль                                       |
| Педаль скрипит            | Сушене подшипники или грязь          | Очистить и смазать подшипники                                        |
| Педаль не крутится плавно | Подавление грязи, ржавчина           | Расчистить, очистить и смазать                                       |
| Сорвана резьба            | Неправильная установка или перетяжка | Восстановить резьбу (выкрутить/металлом) или заменить шатун / педаль |
| Поврежден корпус          | Удары, падение                       | Заменить педаль                                                      |

## 10. РЕКОМЕНДУЕМЫЙ МОМЕНТ ЗАТЯЖКИ

| Тип педали             | Момент затяжки |
|------------------------|----------------|
| Платформенные          | 35–40 Н·м      |
| Контактные (шоссейные) | 30–35 Н·м      |
| Контактные (MTB)       | 35–40 Н·м      |
| Складные               | 25–30 Н·м      |

Используйте динамометрический ключ для точности и безопасности.

## 11. ПОЛЕЗНЫЕ СОВЕТЫ

- ✓ Регулярно проверяйте педали и резьбовые соединения.
- ✓ Смазывайте подшипники каждые 3–6 месяцев или после поездок под дождем.
- ✓ Не используйте агрессивные растворители.
- ✓ При повороте локта не затягивайте сильнее — замените изношенные детали.
- ✓ Проверьте педали после падений и ударов.



**ВАЖНО!** Исправные педали — залог эффективности педалирования и вашей безопасности!



# Глава 17. Смазка

## 17.1 Значение смазки

Смазка — один из важнейших факторов, влияющих на срок службы механических узлов электротранспорта. Даже самые качественные детали быстро выйдут из строя, если будут работать без подходящего смазочного материала.

Основные задачи смазки:

- уменьшение трения;
- снижение износа;
- защита от коррозии;
- отвод части тепла;
- защита от влаги;
- снижение уровня шума;
- предотвращение заедания деталей.

Важно понимать, что правильно подобранная смазка не только увеличивает ресурс компонентов, но и повышает эффективность работы механизмов.

## **17.2 Почему нельзя использовать одну смазку для всех узлов**

Каждый механизм работает в своих условиях.

Например:

цепь постоянно контактирует с пылью и водой;

подшипники вращаются с высокой скоростью;

резьбовые соединения испытывают большие нагрузки;

резиновые уплотнения чувствительны к составу смазки;

электрические контакты требуют защиты без нарушения проводимости или, наоборот, с обеспечением электрической изоляции.

Поэтому универсальной смазки для всего электротранспорта не существует.

## **17.3 Основные виды смазок**

В ремонте электротранспорта наиболее часто используются следующие виды.

### **Литиевая смазка**

Самая распространённая консистентная смазка.

Подходит для:  
подшипников;  
рулевой колонки;  
каретки;  
осей;  
некоторых шарнирных соединений.

Преимущества:  
хорошая водостойкость;  
широкий температурный диапазон;  
доступность.

## **Кальциевая смазка**

Хорошо защищает от влаги.

Используется:  
в некоторых подшипниках;  
для наружных соединений;  
в условиях высокой влажности.

## **Силиконовая смазка**

Предназначена главным образом для:  
резиновых уплотнений;

пластиковых деталей;  
кабельных вводов;  
пыльников.

Она помогает сохранить эластичность материалов и уменьшает вероятность их повреждения.

## **Смазки с PTFE (тефлоном)**

Используются для узлов с высокими требованиями к снижению трения.

Подходят для:

тросов;  
направляющих;  
отдельных шарнирных соединений.

## **Керамические смазки**

Обладают высокой термостойкостью и устойчивостью к нагрузкам.

Чаще применяются в резьбовых соединениях и других узлах, работающих при значительных нагрузках.

## **Медная противозадирная паста**

Используется для предотвращения прикипания металлических деталей.

Применяется:

на отдельных резьбовых соединениях;

в местах, подверженных высокой температуре и воздействию влаги.

Важно использовать её только там, где это допускается производителем.

## **Графитовая смазка**

Хорошо работает в тяжело нагруженных соединениях, но из-за электропроводности и загрязняющих свойств подходит далеко не для всех узлов электротранспорта.

## **Диэлектрическая смазка**

Предназначена для защиты электрических соединений от влаги и окисления.

Она наносится на уплотнения и внешние поверхности

разъёмов, если это предусмотрено конструкцией, и помогает увеличить срок службы контактов.

## **17.4 Смазки для цепи**

Цепь требует специальных смазочных материалов.  
Наиболее распространены:

### **Сухая смазка**

Подходит для:  
сухой погоды;  
городских условий;  
пыльных дорог.

Она меньше собирает загрязнения, но быстрее смывается водой.

### **Влажная смазка**

Используется:  
во время дождя;  
в условиях высокой влажности;  
при длительных поездках.

Обеспечивает хорошую защиту, но активнее притягивает пыль и грязь.

## **Всесезонная смазка**

Компромиссный вариант для повседневной эксплуатации.

### **17.5 Где применяется смазка**

Наиболее часто смазываются:

цепь;

подшипники;

каретка;

рулевая колонка;

оси колёс;

втулки;

шарниры подвески;

механизм складывания;

резьбовые соединения (при необходимости);

тросы управления (если это предусмотрено конструкцией).

При этом тормозные диски, тормозные колодки, рабочие поверхности роторов, ременные приводы и электрические контакты без соответствующих рекомендаций производителя смазывать нельзя.

## **17.6 Подготовка поверхности**

Перед нанесением новой смазки необходимо:  
удалить старую смазку;  
очистить поверхность от загрязнений;  
удалить влагу;  
дождаться полного высыхания деталей;  
осмотреть поверхность на наличие повреждений.

Нанесение новой смазки поверх загрязнений значительно снижает её эффективность.

## **17.7 Правильное нанесение**

Основные правила:  
наносить только необходимое количество;  
равномерно распределять смазку;  
удалять излишки;

использовать чистый инструмент;  
избегать попадания смазки на тормозные поверхности.

Избыточное количество смазки притягивает пыль и способствует образованию абразивной грязи.

## **17.8 Периодичность обслуживания**

Частота смазывания зависит от:

погодных условий;

пробега;

типа узла;

рекомендаций производителя;

условий эксплуатации.

После поездок под дождём или по грязи механические узлы рекомендуется очистить и при необходимости повторно смазать.

## **17.9 Типичные ошибки**

Наиболее распространённые ошибки:

использование одной смазки для всех узлов;

нанесение слишком большого количества;

смазывание грязной поверхности;  
попадание смазки на тормозной диск;  
использование неподходящего состава для резиновых деталей;  
смешивание несовместимых смазок без необходимости;  
игнорирование рекомендаций производителя.

Такие ошибки могут привести к ускоренному износу деталей или ухудшению работы механизмов.

## **17.10 Хранение смазочных материалов**

Чтобы смазки сохраняли свои свойства, рекомендуется:  
хранить их в плотно закрытой заводской упаковке;  
избегать попадания пыли и влаги;  
защищать от прямых солнечных лучей;  
соблюдать температурный режим, указанный производителем;  
не использовать составы с истёкшим сроком годности.

### **Совет мастера**

Перед покупкой смазки определите, для какого именно

узла она нужна. Не существует универсального состава, одинаково хорошо подходящего для цепи, подшипников, резиновых уплотнений и электрических разъёмов. Использование специализированных смазочных материалов позволяет увеличить срок службы деталей и снизить вероятность неисправностей.

## **Итоги главы**

Правильный выбор смазочных материалов является неотъемлемой частью качественного обслуживания электротранспорта. Смазка уменьшает трение, защищает детали от износа и коррозии, улучшает работу механизмов и увеличивает их ресурс. Использование подходящих составов, соблюдение технологии нанесения и регулярное обслуживание помогают поддерживать механические узлы в исправном состоянии и значительно снижают вероятность дорогостоящего ремонта.

# СМАЗКА

Смазка снижает трение и износ, защищает от коррозии и продлевает срок службы узлов.  
От её качества и регулярности зависит плавность хода, эффективность и надёжность.

## 1. ЗАЧЕМ НУЖНА СМАЗКА

- ✓ Уменьшает трение между движущимися деталями.
- ✓ Снимает износ и нагрев.
- ✓ Защищает от коррозии и влаги.
- ✓ Обеспечивает плавность хода и тишину.
- ✓ Экономит энергию и продлевает срок службы компонентов.



## 2. ВИДЫ СМАЗОК

**МАСЛЯНЫЕ**  
(жидкие)



- Проникает глубоко
- Хорошо для цепей
- Требуется частое нанесение

**СУХИЕ**  
(тефлоновые)



- Чистит, меле грязи
- Для сухой погоды
- Менее долговечен

**ВЛАЖНЫЕ**  
(вспенивающие)



- Устойчивы к воде и грязи
- Для влажной погоды
- Препятствуют грязи

**ЛИТИЕВЫЕ**  
(устойчивые)



- Для подшипников, резьбы и шкворней
- Высокая стойкость к вымыванию

**СИЛИКОНОВЫЕ**



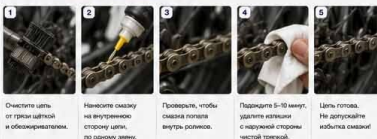
- Для защиты пластика и резины
- Водостойкие
- Не для цепей

## 3. ЧТО И ГДЕ СМАЗЫВАТЬ

- Цепь
- Кассета / трещетка
- Переключатель (ролики и шарниры)
- Система (шатуны)
- Каретка (подшипники)
- Педаль (резьба, подшипники)
- Рулевая колонка (подшипники)
- Педаль (скользящая поверхность)
- Тросы и рубашки
- Оси подшипников и шарниры



## 4. КАК ПРАВИЛЬНО СМАЗЫВАТЬ ЦЕПЬ



**⚠** Избыток смазки притягивает грязь и песок — цепь изнашивается быстрее!

## 5. СМАЗКА ПОДШИПНИКОВ

**ШАРИКОВЫЕ**  
(закрытые)



Не требует частой смазки. При сильном износе — заменить или перепрессовать с новой смазкой.

**ШАРИКОВЫЕ**  
(открытые)



Снимают пыльники, промывают, высушивают и заполняют смазкой на 1/2 объема. Установите пыльники.

**ПРОМПОДШИПНИКИ**  
(картриджные)



Запрессованы в корпус. Смазывать не нужно — при износе заменить на новый.

**СКОЛЬЖЕНИЯ**  
(втулки, шарниры)



Нанесите густую смазку на рабочие поверхности тонким слоем.

## 6. СМАЗКА ДРУГИХ УЗЛОВ

**РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ**



Нанесите немного смазки на резьбу для защиты от коррозии и лёгкой разборки.

**ТРОСЫ И РУБАШКИ**



Капните масло внутрь рубашки. Работайте рычагом, чтобы масло распределилось.

**СКЛАДЫВАЮЩИЕ МЕХАНИЗМЫ**



Нанесите смазку на оси и трущиеся поверхности шарниров.

**ПОДСЕКА**



Смазывайте сайлины и скользящие части силиконовой смазкой после мойки.

## 7. ПЕРИОДИЧНОСТЬ СМАЗКИ

**Рекомендуемая частота**

- Цепь (в сухую погоду) — каждые 100–150 км или раз в 1–2 недели.
- Цепь (в дождь и грязь) — после каждой поездки.
- Кассета, переключатель — каждые 200–300 км.
- Подшипники колёс — раз в 6–12 месяцев или при появлении шума.
- Каретка — раз в 6–12 месяцев или при лопоте и скрипе.
- Рулевая колонка — раз в 6–12 месяцев.
- Педалька — раз в 20–30 часов катания или после мойки.

| Условия эксплуатации |                                                        |                                     |
|----------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------|
|                      | Сухая погода, пыль                                     | Сухая смазка чаще наносить          |
|                      | Влажно, дождь                                          | Влажная смазка после каждой поездки |
|                      | Грязь, песок                                           | Влажная смазка и частая очистка     |
|                      | Регулярная очистка — это половина качественной смазки! |                                     |

## 8. ОЧИСТИТЕЛИ И ОБЕЗЖИРИВАТЕЛИ

**ОЧИСТИТЕЛЬ ЦЕПИ**



Растереть старую смазку и грязь. Не оставляет следов.

**УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ОБЕЗЖИРИВАТЕЛЬ**



Удаляет масло, жир и загрязнения перед новой смазкой.

**ОЧИСТИТЕЛЬ ТОРМОЗОВ**



Быстро обезжиривает дисковые тормоза, не оставляет пятен.

**Важно!**

- Очистите узел перед смазкой.
  - Не используйте разные типы смазок.
  - Избегайте смазки удалённых деталей.
- ⚠** Не допускайте попадания смазки на тормозные диски и колодки!

## 9. ТИПИЧНЫЕ ОШИБКИ

- ✗ Смазка грязной цепи.
- ✗ Использование силиконом густой смазки для цепи.
- ✗ Смазка много смазкой.
- ✗ Использование WD-40 как смазки.
- ✗ Смазка тормозов и педеронок.
- ✗ Редкое обслуживание узлов.

**WD-40 НЕ СМАЗКА!**

WD-40 — это очиститель и водоотталкиватель, а не смазка!



## 10. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СМАЗКИ

**ЦЕПЬ (сухо)**



**ЦЕПЬ (влажно)**



**УНИВЕРСАЛЬНАЯ (тепловая)**



**ПОДШИПНИКИ**



**ПОДСЕКА (жидкая)**



## 11. ПОЛЕЗНЫЕ СОВЕТЫ

- ✓ Храните смазки в прохладном месте.
- ✓ Закрывайте флаконы и банки после использования.
- ✓ Всегда имейте с собой небольшую смазку для цепи в поездках.
- ✓ Чистота + правильная смазка = долгая и надёжная работа!

**⚠** Выбирайте смазку в зависимости от условий и узла!



# **Глава 18. Болты и резьбовые соединения**

## **18.1 Значение резьбовых соединений**

Практически каждый узел современного электротранспорта собирается с использованием резьбовых соединений. Болты, винты, шпильки и гайки соединяют детали рамы, подвески, рулевого управления, тормозной системы, трансмиссии, электродвигателя и корпуса аккумулятора.

Надёжность этих соединений напрямую влияет на безопасность эксплуатации. Ослабленный болт может стать причиной появления люфта, повышенного износа деталей или даже разрушения узла во время движения.

Грамотная работа с крепежом — одна из важнейших компетенций мастера по ремонту электротранспорта.

## **18.2 Основные виды крепежа**

В конструкции электровелосипедов и электросамокатов применяются:

болты;

винты;  
шпильки;  
гайки;  
шайбы;  
стопорные гайки;  
дистанционные втулки;  
резьбовые вставки.

Каждый вид крепежа выполняет свою задачу и рассчитан на определённые нагрузки.

## **18.3 Материалы крепежа**

Для изготовления крепёжных элементов используются:  
углеродистая сталь;  
легированная сталь;  
нержавеющая сталь;  
алюминиевые сплавы;  
титан.

Материал выбирается с учётом требуемой прочности, массы, устойчивости к коррозии и условий эксплуатации.

## 18.4 Классы прочности

На головках многих болтов нанесена маркировка, например:

8.8;

10.9;

12.9.

Эти обозначения указывают на механические свойства крепежа.

Для ответственных узлов необходимо использовать болты только того класса прочности, который предусмотрен производителем. Замена высокопрочного болта на менее прочный может привести к его разрушению под нагрузкой.

## 18.5 Типы резьбы

Наиболее распространены:

метрическая резьба;

мелкая метрическая резьба;

левая резьба (например, на некоторых педалях и отдельных узлах);

правая резьба.

Перед установкой нового крепежа необходимо убедиться

в полном совпадении типа и шага резьбы.

## **18.6 Шайбы**

Шайбы выполняют несколько функций:

распределяют нагрузку;

защищают поверхность деталей;

предотвращают самоотвинчивание;

компенсируют небольшие неровности.

Используются:

плоские шайбы;

пружинные шайбы;

зубчатые шайбы;

стопорные шайбы;

конические шайбы.

Выбор типа зависит от конструкции конкретного узла.

## **18.7 Момент затяжки**

Каждое резьбовое соединение должно затягиваться с определённым моментом.

Недостаточная затяжка приводит к:

появлению люфта;  
самоотвинчиванию;  
повышенному износу.

Чрезмерная затяжка может вызвать:

срыв резьбы;  
деформацию деталей;  
разрушение крепежа;

повреждение компонентов из алюминиевых сплавов и композитов.

Для точной затяжки рекомендуется использовать динамометрический ключ.

## **18.8 Фиксаторы резьбы**

Во многих узлах электротранспорта применяются анаэробные фиксаторы резьбы.

Они предотвращают самоотвинчивание крепежа под действием вибрации.

Наиболее распространены:

слабой фиксации;  
средней фиксации;  
высокой фиксации.

Использовать фиксатор следует только на чистой и обезжиренной резьбе и в соответствии с рекомендациями про-

## **18.9 Противозадирные составы**

В некоторых соединениях вместо фиксатора применяют-  
ся специальные противозадирные пасты.

Они используются для:

предотвращения прикипания;

защиты резьбы от коррозии;

облегчения последующего демонтажа.

Особенно это актуально для соединений из разных метал-  
лов, например стали и алюминия.

## **18.10 Диагностика крепёжных соединений**

При техническом обслуживании необходимо проверить:

отсутствие ослабленных болтов;

отсутствие следов коррозии;

состояние резьбы;

отсутствие трещин;

наличие всех шайб;

правильность установки крепежа;  
отсутствие вытянутых отверстий.

Особое внимание следует уделять креплению рулевой колонки, тормозных механизмов, подвески, мотор-колеса и аккумулятора.

## **18.11 Повреждение резьбы**

Наиболее распространённые причины:

чрезмерная затяжка;  
перекос при установке;  
использование неподходящего крепежа;  
коррозия;  
загрязнение;  
механические повреждения.

При незначительных повреждениях резьбу иногда удаётся восстановить с помощью соответствующего инструмента. При серьёзных повреждениях может потребоваться установка резьбовой вставки или замена детали.

## **18.12 Демонтаж крепежа**

Перед откручиванием рекомендуется:

очистить соединение;

удалить грязь и ржавчину;

использовать подходящий инструмент;

избегать резких ударов по алюминиевым деталям.

Если болт не поддаётся, не следует прикладывать чрезмерное усилие. Лучше использовать проникающую смазку и дать ей время подействовать.

## **18.13 Установка крепежа**

Основные правила:

использовать крепёж нужного размера;

очищать резьбу перед сборкой;

применять фиксатор или противозадирную пасту там, где это предусмотрено;

затягивать крепёж с рекомендованным моментом;

после сборки проверить отсутствие люфта.

Во многих случаях рекомендуется выполнить повторную проверку затяжки после первых километров эксплуатации.

## **Типичные ошибки начинающих мастеров**

Наиболее распространённые ошибки:

использование болта неподходящей длины;

установка крепежа другого класса прочности;

чрезмерная затяжка;

отсутствие фиксатора там, где он необходим;

применение фиксатора высокой прочности без необходимости;

затяжка грязной резьбы;

использование повреждённого крепежа;

повторное применение одноразовых крепёжных элементов, если это запрещено производителем.

Такие ошибки могут привести к ослаблению соединений или повреждению дорогостоящих компонентов.

## **Совет мастера**

Если производитель не указывает обратное, перед установкой нового болта всегда внимательно осмотрите его резьбу, головку и посадочную поверхность. Даже небольшие повреждения могут повлиять на качество затяжки и долговеч-

ность соединения. При малейших сомнениях крепёж лучше заменить новым.

## **Итоги главы**

Болты и резьбовые соединения являются основой механической прочности электротранспорта. Правильный выбор крепежа, соблюдение рекомендуемого момента затяжки, использование фиксаторов резьбы и регулярный контроль состояния соединений позволяют избежать большинства механических неисправностей и обеспечивают безопасную эксплуатацию электровелосипедов и электросамокатов.

# БОЛТЫ И РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Резьбовые соединения — основа надёжности электротранспорта.  
От правильного выбора болтов, их затяжки и обслуживания  
зависит ваша безопасность, долговечность узлов и комфорт езды.

## 1. РОЛЬ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

- ✓ Соединяет детали разборных узлов.
- ✓ Передает усилия и удерживает элементы.
- ✓ Позволяет регулировку, обслуживание и замену деталей.
- ✓ При правильной затяжке обеспечивают безопасность и надёжность.



## 2. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ БОЛТОВ

С шестигранной головкой (стандартный)



С внутренним шестигранником (m8x6)



Полтакой (для реновой поверхности)



Колошковый (полукруглая головка)



Фланцевый (с вышкой под головкой)



## 3. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ РЕЗЬБЫ

Метрическая (M)



Наиболее распространённая. Обозначения: болты M (например, M6, M8).

Дюймовая (UNC, UNF)



Используется реже, в основном в импортных товарах. Например: 1/4"-20 UNC.

Мелкая резьба



Имеет меньший шаг. Более устойчива к вибрации (например, M8x1.25).

Правая резьба



Стандартная резьба. Откручивается против часовой стрелки.

Левая резьба



Используется для специальных узлов (например, лопата лопаты, лопатки, M14).

## 4. ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ БОЛТА



d — диаметр резьбы (например, M8)

P — шаг резьбы (например, 1.0 мм)

L — длина болта от подголовка (мм)

Класс прочности — маркировка на головке (например, 8.8, 10.9)

Материал — сталь, нержавеющей, титан и т.д.

## 5. СОПУТСТВУЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Гайки



Стандартные (шестигранные), используются в большинстве конструкций.

Шайбы



Плоские — распределяют нагрузку. Пружинные (провер) — предотвращают самокручение.

Контрайки



Используются для фиксации резьбовых соединений.

Стопорные элементы



Стопорные шайбы, контргайки, пластиковые стопоры.

## 6. МАТЕРИАЛЫ И КЛАСС ПРОЧНОСТИ

Материалы



Сталь (низкоуглеродистая)



Нержавеющая сталь (A2, A4)



Титан (для тяжёлых узлов)



Алюминий (для лёгких узлов)

Класс прочности (сталь)



• 4.8 — для малых нагрузок  
• 8.8 — универсальный класс (наиболее распространённый)  
• 10.9 — для высоких нагрузок  
• 12.9 — максимальная прочность

Чем выше класс — тем прочнее болт.

## 7. МОМЕНТ ЗАТЯЖКИ

Слишком слабая затяжка — соединение ослабнет. Слишком сильная — можно сорвать резьбу или деформировать деталь. Используйте динамометрический ключ!



Примеры моментов затяжки (сталь, класс 8.8)

| Диаметр резьбы       | M4 | M5 | M6 | M8 | M10 | M12 | M14 |
|----------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| Момент затяжки (Н·м) | 3  | 6  | 10 | 25 | 50  | 85  | 135 |

⚠ Значения приблизительные. Всегда сверяйтесь с рекомендациями производителя.

## 8. ФИКСАЦИЯ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Фиксатор резьбы (жидкий — синий)



Предотвращает самокручение. Работает с резьбой.

Фиксатор резьбы (жидкий — красный)



Для постоянной фиксации. Требуется нагрев для разборки.

Фланцевый (для трубных соединений)



Для герметизации трубных соединений, не для крепежа.

Пружинная шайба (провер)



Создаёт упругость и предотвращает самокручение.

## 9. ПРОВЕРКА И ОБСЛУЖИВАНИЕ

- ✓ Периодически проверяйте затяжку основных узлов.
- ✓ После первой поездки — обязательная проверка (болты сидят).
- ✓ При вибрации используйте фиксатор резьбы или контрайки.
- ✓ Не используйте повреждённые болты с сорванной резьбой.



## 10. ГДЕ ИСПОЛЬЗОВАТЬ

Рама и подседла



Рулевое управление



Тормозная система



Колёса и оси



Электроника и аксессуары



## 11. ТИПИЧНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ

| Проблема         | Причина                       | Решение                                                    |
|------------------|-------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Болт ослаб       | Выбор, неправильная затяжка   | Заменить по моменту, использовать фиксатор                 |
| Сорвана резьба   | Перегрузка, грязь в резьбе    | Восстановить резьбу иглой, резьбовой вставкой или заменить |
| Болт сломан      | Усталость металла, перегрузка | Удалить обломок, заменить на новый                         |
| Коррозия крепежа | Влага, соль, грязь            | Очистить, обработать, заменить на нержавеющий              |

## 12. ПОЛЕЗНЫЕ СОВЕТЫ

- ✓ Используйте качественные болты.
- ✓ Не экономьте болты разной прочности.
- ✓ Соблюдайте момент затяжки.
- ✓ Всегда очищайте резьбу от грязи и ржавчины.
- ✓ При замене используйте болты того же класса прочности и длины.
- ✓ Для ответственных узлов используйте



## 13. НАБОР НЕОБХОДИМЫХ ИНСТРУМЕНТОВ







# ЭЛЕКТРИКА

В этой части мы рассмотрим электрические компоненты электротранспорта, принципы их работы, схемы соединений, методы диагностики и ремонта. Понимание основ электротехники поможет вам безопасно и эффективно обслуживать электросистему.



## 1. ВВЕДЕНИЕ В ЭЛЕКТРИКУ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА

- Электричество – основа работы электротранспорта.
- Знание электрических процессов помогает диагностировать и устранить неисправности.
- Электросистема состоит из источника питания, проводов, органов управления, контроллера и исполнительных устройств.
- Главные принципы: безопасность, надежность и правильное соединение.



## 2. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНЫ И ПОНЯТИЯ

**Закон Ома:**  
 $U = I \times R$   
 $I$  – сила тока (А)  
 $R$  – сопротивление (Ом)

**Мощность:**  
 $P = U \times I$   
 $P$  – мощность (Вт)

**Энергия:**  
 $W = P \times t$   
 $W$  – энергия (Вт·ч)  
 $t$  – время (ч)

**Последовательное соединение:**  
 $R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 + \dots$

**Параллельное соединение:**  
 $\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$



## 3. ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

Основные типы аккумуляторов:

- Li-ion (литий-ионные) – легкие, большая емкость, требуют защиты.
- LiFePO4 (литий-железо-фосфатные) – более безопасные, долговечные.
- Lead-Acid (свинцово-кислотные) – тяжелые, дешевые, неустойчивые.



Основные характеристики:



Напряжение (V)



Емкость (Ah)



Ток разряда (A)



Циклы заряд/разряд

## 4. ПРОВОДА И СОЕДИНЕНИЯ

Провода передают ток от источника питания к потребителям.

Основные параметры проводов:

- Сечение (мм²) – чем больше ток, тем больше сечение.
- Материал – медь (лучший выбор).
- Изоляция – защищает от короткого замыкания.
- Цветовая маркировка упрощает диагностику.



Типы соединений:



Разъемы (XT60, XT90 и др.)



Пайка / Мама bullet



Клеммы (копирование, винтовые)



Пайка



Обжим

## 5. ЗАЩИТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

Защита предотвращает повреждение компонентов и возгорание.

Предохранители



Главная задача: разрывает цепь при превышении тока.

Автоматические выключатели



Отключает цепь при перегрузке и коротком замыкании.

Термопредохранители и термореле



Отключает при перегреве.

BMS (Battery Management System)



Защищает аккумулятор от переразряда, перезарядки, перегрева и перегрузки.

## 6. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Без измерительных приборов невозможна диагностика.

Мультиметр



Измеряет:  
• напряжение  
• ток  
• сопротивление  
• прозвонку

Ключи токковые



Измеряют ток без разрыва цепи.

Тестер напряжения



Быстрая проверка наличия напряжения.

Нагрузка (тестер)



Проверка емкости аккумулятора под нагрузкой.

## 7. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ

Контроллер



Мотор



Дисплей



Ручка газа



Тормозные датчики



Датчик PAS



Разъемы



Реле



Конденсатор



Диод



## 8. ДИАГНОСТИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ

Основные симптомы и возможные причины.

| Симптом                      | Возможная причина                                                             | Что проверить                                     |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Не включается                | Нет питания, перегорел предохранитель, неисправный замок, разъем аккумулятора | Аккумулятор, предохранитель, соединения, замок    |
| Нет течи / мотор не крутится | Обрыв фазных проводов, неисправный контроллер, датчики Холла, ручка газа      | Фазные провода, Холлы, контроллер, ручка газа     |
| Рывки при движении           | Плохой контакт, неисправные датчики, помехи в сигнале                         | Разъемы, датчики, провода                         |
| Быстрый разряд аккумулятора  | Слабый аккумулятор, дисбаланс ячеек, высокий ток нагрузки                     | Состояние АКБ, BMS, нагрузку                      |
| Ошибки на дисплее            | Неправильность контроллера, датчиков, проводов                                | Код ошибки, электропроводка, соответствующий узел |

## 9. ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ



Всегда отключайте аккумулятор перед ремонтом.



Используйте изолированные инструменты.



Не работайте оголенными руками и в сырости.



Избегайте короткого замыкания – это может вызвать пожар.



Используйте защитные очки при пайке и разрыве.



Проверяйте схему перед подключением компонентов.

# **Часть III. Электрика**

## **Глава 19. Основы электричества**

### **19.1 Почему мастеру необходимо знать основы электричества**

Современный электротранспорт представляет собой сложную систему, в которой механические и электрические узлы работают совместно. Даже простая неисправность, например отсутствие питания дисплея или отказ мотор-колеса, может быть связана не только с повреждением конкретной детали, но и с обрывом провода, неисправностью разъёма, перегоревшим предохранителем, неправильным напряжением аккумулятора или неисправностью контроллера.

Поэтому мастер по ремонту электротранспорта должен понимать основные законы электричества. Эти знания позволяют грамотно проводить диагностику, пользоваться измерительными приборами, находить неисправности и безопасно выполнять ремонт.

Важно отметить, что электричество не является чем-то «магическим» или чрезмерно сложным. Большинство про-

цессов можно объяснить простыми примерами, а освоение базовых принципов значительно облегчает работу с электрическими системами.

## **19.2 Что такое электричество**

Электричество — это совокупность явлений, связанных с существованием, движением и взаимодействием электрических зарядов.

В металлах переносчиками заряда являются свободные электроны. При наличии замкнутой цепи и источника питания они начинают упорядоченно двигаться, образуя электрический ток.

Сам по себе провод не является источником энергии. Он лишь создаёт путь, по которому может проходить ток.

## **19.3 Электрический заряд**

Любое вещество состоит из атомов.

Атом включает:

ядро;

протоны;

нейтроны;  
электроны.

Электроны имеют отрицательный электрический заряд, а протоны — положительный.

Именно движение электронов в проводнике создаёт электрический ток.

## 19.4 Электрический ток

Электрический ток — это упорядоченное движение электрических зарядов по проводнику.

Для возникновения тока необходимы три условия:

источник питания;  
замкнутая электрическая цепь;  
нагрузка.

Если хотя бы одно из этих условий отсутствует, ток протекать не будет.

В электротранспорте источником питания является аккумулятор, а нагрузкой — контроллер, мотор, освещение, дисплей и другие потребители.

## 19.5 Напряжение

Напряжение — это разность электрических потенциалов между двумя точками цепи. Именно оно создаёт «движущую силу», заставляющую электрический ток течь по проводнику.

Единица измерения — вольт (В).

Наиболее распространённые системы питания электро-транспорта:

24 В;

36 В;

48 В;

52 В;

60 В;

72 В.

Чем выше напряжение системы, тем меньший ток требуется для передачи одинаковой мощности, что позволяет уменьшить потери в проводниках и снизить их нагрев.

## 19.6 Сила тока

Сила тока показывает, какое количество электрического заряда проходит через проводник за единицу времени.

Единица измерения — ампер (А).

Большой ток приводит к:

увеличению нагрева проводов;

повышенной нагрузке на разъёмы;

необходимости использования проводников большего се-

чения.

## 19.7 Сопротивление

Любой материал препятствует прохождению электрического тока.

Это свойство называется электрическим сопротивлением.

Единица измерения — ом ( $\Omega$ ).

Чем больше сопротивление, тем сложнее току проходить через проводник.

Сопротивление зависит от:

материала;

длины проводника;

площади поперечного сечения;

температуры.

## 19.8 Закон Ома

Одним из важнейших законов электротехники является закон Ома.

Он устанавливает связь между:

напряжением;

силой тока;

сопротивлением.

Из него следует несколько практических выводов:

при увеличении напряжения ток возрастает, если сопротивление остаётся неизменным;

увеличение сопротивления уменьшает ток;

короткое замыкание вызывает резкое снижение сопротивления и резкий рост тока.

Для мастера понимание закона Ома необходимо при диагностике электрических цепей и выборе компонентов.

## 19.9 Электрическая мощность

Мощность показывает скорость передачи или потребления электрической энергии.

Единица измерения — ватт (Вт).

Именно мощность характеризует возможности двигателя,

зарядного устройства или другого электрического оборудования.

Следует помнить, что высокая мощность не всегда означает высокую скорость движения. На динамику также влияют масса транспортного средства, передаточное отношение, настройки контроллера, ёмкость аккумулятора и дорожные условия.

## **19.10 Электрическая энергия**

Электрическая энергия показывает, сколько энергии способен накопить аккумулятор или сколько энергии потребляет устройство за определённое время.

На практике чаще используются:

ватт-час (Вт·ч);

киловатт-час (кВт·ч).

Именно значение в ватт-часах позволяет приблизительно оценить запас хода электротранспорта.

## **19.11 Постоянный и переменный ток**

В электротранспорте применяются оба вида тока.

**Постоянный ток (DC)** используется:

в аккумуляторах;

контроллерах;

дисплеях;

системах освещения;

датчиках.

**Переменный ток (AC)** используется:

в бытовой электрической сети;

на входе большинства зарядных устройств.

Зарядное устройство преобразует переменный ток сети в постоянный ток, необходимый для зарядки аккумулятора.

## 19.12 Проводники и изоляторы

Проводники хорошо проводят электрический ток.

К ним относятся:

медь;

алюминий;

серебро.

Изоляторы препятствуют прохождению тока.

Основные изоляционные материалы:

пластик;

резина;

силикон;

стекло;  
керамика.

Повреждение изоляции может привести к короткому замыканию и поражению электрическим током.

## **19.13 Электрическая цепь**

Любая электрическая цепь включает:

источник питания;  
проводники;  
нагрузку;  
элементы управления;  
защитные устройства.

Разрыв цепи приводит к прекращению работы устройства.

## **19.14 Короткое замыкание**

Короткое замыкание возникает, когда ток проходит по пути с очень малым сопротивлением, минуя штатную нагрузку.

Причины:

повреждение изоляции;  
попадание металлических предметов;

ошибки при ремонте;

неправильное подключение оборудования.

Последствия могут включать перегрев проводов, повреждение аккумулятора, выход из строя контроллера и возгорание.

## 19.15 Электробезопасность

Даже относительно невысокое напряжение аккумуляторов электротранспорта требует соблюдения правил безопасности.

Основные рекомендации:

работать только с исправным инструментом;

отключать аккумулятор перед ремонтом;

избегать коротких замыканий;

использовать защитные очки;

не выполнять работы во влажной среде;

не касаться оголённых проводников одновременно двумя руками;

проверять отсутствие напряжения перед вмешательством в цепь.

Особое внимание следует уделять аккумуляторам большой ёмкости, которые способны отдавать очень высокие токи даже при сравнительно невысоком напряжении.

## **Типичные ошибки начинающих мастеров**

Наиболее распространённые ошибки:

путать напряжение и силу тока;

измерять ток как напряжение;

использовать неподходящий режим мультиметра;

выполнять работы при подключённом аккумуляторе;

недооценивать опасность короткого замыкания;

соединять провода без проверки полярности;

использовать провод недостаточного сечения.

Эти ошибки могут привести к выходу из строя дорогостоящих компонентов и создать угрозу безопасности.

## **Совет мастера**

Прежде чем приступать к поиску сложной неисправности, всегда начинайте с проверки самого простого: подключён ли аккумулятор, есть ли напряжение на его выводах, исправен ли предохранитель и надёжно ли соединены разъёмы. Во многих случаях причина отказа оказывается значительно

проще, чем кажется на первый взгляд.

## **Итоги главы**

Основы электричества являются фундаментом для понимания устройства электротранспорта. Знание принципов работы электрической цепи, различий между напряжением, силой тока, сопротивлением и мощностью, а также понимание особенностей постоянного и переменного тока позволяют мастеру уверенно работать с электрическими системами, проводить диагностику и безопасно выполнять ремонт.

Эта глава создаёт необходимую базу для дальнейшего изучения аккумуляторов, контроллеров, мотор-колёс, датчиков, зарядных устройств и других компонентов электрической части современного электротранспорта.



# ОСНОВЫ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

Понимание основ электричества необходимо для диагностики и ремонта электросистем электротранспорта.  
Знание простых законов и принципов поможет безопасно работать с компонентами и избежать ошибок.



## 1. ЧТО ТАКОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК?

Электрический ток — это направленное движение электрических зарядов (обычно электронов) по проводнику.

Условное направление тока — от плюса (+) к минусу (-).



## 3. ЗАКОН ОМА

Основной закон электрических цепей.

$$I = \frac{U}{R}$$

Где:

$I$  — сила тока (А)  
 $U$  — напряжение (В)  
 $R$  — сопротивление (Ω)



Пример: Если к нагрузке сопротивлением 10 Ω приложить напряжение 36 В, то ток в цепи будет:  $I = 36 / 10 = 3,6$  А

## 2. ОСНОВНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ

| Величина      | Обозначение | Единица измерения | Что показывает                               |
|---------------|-------------|-------------------|----------------------------------------------|
| Напряжение    | U           | Вольт (В)         | Разность потенциалов, «давление» тока        |
| Сила тока     | I           | Ампер (А)         | Количество заряда, проходящего за время      |
| Сопротивление | R           | Ом (Ω)            | Препятствие прохождению тока                 |
| Мощность      | P           | Ватт (Вт)         | Количество энергии, потребляемое устройством |

## 4. МОЩНОСТЬ И ЭНЕРГИЯ

Мощность (P)

$$P = U \times I$$

Где:

$P$  — мощность (Вт)  
 $U$  — напряжение (В)  
 $I$  — сила тока (А)

Энергия (W)

$$W = P \times t$$

Где:

$W$  — энергия (Вт·ч)  
 $P$  — мощность (Вт)  
 $t$  — время (ч)

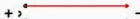
Пример:  
Двигатель потребляет 500 Вт при напряжении 48 В.  
Ток будет:  
 $I = P / U = 500 / 48 \approx 10,4$  А

Если он работает 2 часа, энергия составит:  
 $W = 500 \times 2 = 1000$  Вт·ч  
(1 кВт·ч)

## 5. ПОСТОЯННЫЙ И ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК

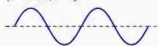
Постоянный ток (DC)

Ток движется в одном направлении. Используется в аккумуляторах, аккумуляторах, контроллерах.



Переменный ток (AC)

Ток периодически меняет направление. Используется в розетках (обыч. 220 В, 50 Гц).



## 6. ЦЕПЬ И ЕЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Источник питания



Создает напряжение

Проводник



Проводит ток

Нагрузка (потребитель)



Потребляет электроэнергию

Выключатель



Размыкает или замыкает цепь

Предохранитель



Защищает цепь от перегрузки

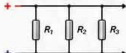
## 7. СОЕДИНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ

Последовательное соединение



- Ток везде одинаков:  $I = I_1 = I_2 = I_3$
- Общее сопротивление:  $R_{общ} = R_1 + R_2 + R_3$
- Напряжение делится между элементами.

Параллельное соединение



- Напряжение одинаково:  $U = U_1 = U_2 = U_3$
- Общий ток равен сумме токов в ветках:  
 $I_{общ} = I_1 + I_2 + I_3$
- Сопротивление уменьшается:  $1/R_{общ} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$

## 8. ПРОВОДА И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Сечение провода

Чем больше сечение, тем больше ток может пропустить без нагрева.



Допустимые токи для медных проводов (примерные)

| Сечение, мм² | Ток, А |
|--------------|--------|
| 0,5          | 5      |
| 0,75         | 8      |
| 1,0          | 10     |
| 1,5          | 15     |
| 2,5          | 20     |
| 4,0          | 30     |
| 6,0          | 40     |

Цветовая маркировка

- Красный — (+) плюс
- Черный — (-) минус
- Желтый — Фаза
- Зеленый — Земля
- Синий — Ноль / нейтраль

Используйте провод с достаточным сечением! Тонкий провод перегреется и может вызвать пожар.

## 9. ИЗМЕРЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Мультиметр



Измерение напряжения (V)

Подключите параллельно к участку цепи.

Измерение тока (A)

Подключите последовательно в разрыв цепи.

Измерение сопротивления (Ω)

Отключите питание! Измеряйте на компоненте.

Основные правила

- ✓ Всегда проверяйте полярность перед измерением.
- ✓ Не измеряйте ток напрямую на батарее без нужного предела!
- ✓ Соблюдайте полярность.
- ✓ Не замыкайте щупы напрямую накоротко.

## 10. БЕЗОПАСНОСТЬ

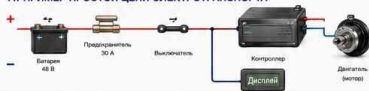
- ⚠ Работайте только с исправными инструментами.
- ⚠ Перед ремонтом отключите питание и выньте все ключи.
- ⚠ Не допускайте короткого замыкания батарей!
- ⚠ Используйте изолированные инструменты.
- ⚠ Конденсаторы могут хранить заряд — разряжайте их перед работой.
- ⚠ Влажность, вода, конденсат, электролит — коррозия, замыкание, выход из строя.

Опасные напряжения

- > 60 В постоянного тока — опасно для человека!
- > 110 В переменного тока — опасно для жизни!



## 11. ПРИМЕР ПРОСТОЙ ЦЕПИ ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА



## 12. ПОЛЕЗНЫЕ ФОРМУЛЫ

Закон Ома:

$$I = \frac{U}{R}$$

Мощность:

$$P = U \times I$$

Сопротивление:

$$R = \frac{U}{I}$$

Энергия:

$$W = P \times t$$

Последовательное соединение:

$$R_{общ} = R_1 + R_2 + \dots$$

Параллельное соединение:

$$\frac{1}{R_{общ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots$$



# Глава 20. Закон Ома

## 20.1 Почему закон Ома является основой всей электротехники

Закон Ома — один из важнейших законов электротехники. Без его понимания невозможно грамотно ремонтировать электротранспорт, проводить диагностику, выбирать провода, предохранители, контроллеры и измерять параметры электрической цепи.

Практически каждый ремонт электрической части электровелосипеда или электросамоката связан с применением закона Ома. При поиске неисправностей мастер постоянно отвечает на вопросы:

Почему двигатель не запускается?

Почему сильно нагреваются провода?

Почему аккумулятор быстро разряжается?

Почему контроллер отключается под нагрузкой?

Почему напряжение есть, а мотор не работает?

Ответы на большинство этих вопросов можно получить, понимая взаимосвязь между напряжением, силой тока и сопротивлением.

## 20.2 История открытия закона Ома

Немецкий физик **Георг Симон Ом** в 1827 году опубликовал работу, в которой описал взаимосвязь между напряжением, током и сопротивлением.

Его исследования стали фундаментом современной электротехники. Сегодня закон Ома используется во всех областях электроники — от бытовых приборов до электромобилей, промышленных систем и электротранспорта.

В честь учёного единица электрического сопротивления получила название **ом** ( $\Omega$ ).

## 20.3 Что описывает закон Ома

Закон Ома показывает, как связаны три основные величины электрической цепи:

напряжение (В);

сила тока (А);

сопротивление ( $\Omega$ ).

Если известны две из этих величин, третью можно вычислить.

Для мастера это означает возможность быстро определить неисправность без разборки дорогостоящих компонентов.

## 20.4 Формула закона Ома

Основная формула закона Ома:

$$I = U / R$$

где:

**I** — сила тока (амперы);

**U** — напряжение (вольты);

**R** — сопротивление (омы).

Из этой зависимости можно получить ещё две практические формулы:

$$U = I \times R$$

$$R = U / I$$

Эти три выражения позволяют рассчитывать практически все основные параметры простых электрических цепей.

## 20.5 Как понять закон Ома без сложной математики

Представьте водопроводную систему.

Напряжение — это давление воды в трубе.

Сила тока — количество воды, проходящее через трубу.

Сопротивление — это сужение трубы или кран, который ограничивает поток.

Если увеличить давление, воды потечёт больше.

Если открыть кран шире (уменьшить сопротивление), поток тоже увеличится.

Если закрыть кран сильнее (увеличить сопротивление), поток уменьшится.

Это лишь наглядная аналогия. В реальной электрической цепи процессы происходят иначе, но такая модель помогает интуитивно понять взаимосвязь величин.

## 20.6 Практический пример

Допустим, аккумулятор имеет напряжение **48 В**, а сопротивление нагрузки составляет **12 Ом**.

Тогда сила тока будет равна:

$$I = 48 / 12 = 4 \text{ А}$$

Если сопротивление уменьшится до **6 Ом**, ток возрастет:

$$I = 48 / 6 = 8 \text{ А}$$

То есть при одинаковом напряжении уменьшение сопротивления приводит к увеличению силы тока.

Именно поэтому короткое замыкание представляет большую опасность.

## **20.7 Закон Ома в электротранспорте**

Во время ремонта мастер постоянно использует этот закон.

Например:

- проверяет исправность мотор-колеса;
- измеряет сопротивление обмоток двигателя;
- оценивает состояние проводки;
- определяет наличие короткого замыкания;
- рассчитывает допустимый ток;
- выбирает сечение проводов;
- диагностирует неисправности контроллера.

Без понимания закона Ома невозможно выполнять качественную электрическую диагностику.

## **20.8 Что происходит при увеличении напряжения**

Если сопротивление остаётся неизменным, увеличение напряжения вызывает увеличение силы тока.

# Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «Литрес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на Литрес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.