

ture safety management / S. V. Bogdanovich, D. V. Kapsky // Modern technologies in the transport industry [Electronic resource]: Electronic collection of articles. International scientific-technical conf., Novopolotsk, April 25–26, 2024 / Polotsk. 2024 / Polotsk State University named after Euphrosyne Polotskaya. – Novopolotsk, 2024. – pp. 114–117. (in Russian)

32. Bogdanovich, S. V. Concept of creation of transport information-service platform based on the Internet of Things technology/ S. V. Bogdanovich // Autotractor building and automobile transport. Collection of scientific works.

In 2 volumes. – Vol. 2. – Minsk: BNTU. 2022. – pp. 117–120. (in Russian)

33. Kapsky, D. V. City design and "transport" progress due to technological shift / D. V. Kapsky, S. V. Bogdanovich, S. A. Lyapin // World of transport and technological machines. – 2024. – № 1-1(84). – pp. 119–130. (in Russian)

34. Kapsky, D. V. Sensitivity of the transport industry to climate change / D. V. Kapsky, S. V. Bogdanovich, Y. V. Burtyl // Bulletin of Polotsk State University. Series B. – №1. – 2023. – Polotsk, 2023. – pp. 54–59. (in Russian)

УДК 53.083.7, 621.33

ГУРСКИЙ А. С., канд. техн. наук, доц.,
зав. кафедрой «Техническая эксплуатация автомобилей»
E-mail: ASGURSKI@bntu.by

Белорусский национальный технический университет, г. Минск, Республика Беларусь

Поступила в редакцию 01.10.2024

СПОСОБЫ УЧЕТА УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ КОРРЕКТИРУЮЩИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПЕРИОДИЧНОСТИ И ТРУДОЕМКОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА.

Оперативное управление техническим обслуживанием и ремонтом электрических автотранспортных средств (ЭАТС) значительно улучшается благодаря качественному анализу их состояния в процессе эксплуатации. Корректирование режимов эксплуатации электрических автотранспортных средств с использованием автоматизированной системы учета фактической работы ЭАТС позволит рассчитывать периодичности и трудоемкости технического обслуживания и ремонта, общего пробега до капитального ремонта или списания с учетом коэффициентов. Идеальным решением для функционирования автоматизированной системы является оперативный контроль ЭАТС объема выполненной работы при движении в различных условиях эксплуатации путем считывания комплекса технических эксплуатационных параметров. Одним из способов является определение коэффициента суммарного дорожного сопротивления на основании информации датчиков тока, скорости движения электрического автотранспортного средства, частоты вращения вала электродвигателя и нагрузки на ось. Значение коэффициента суммарного дорожного сопротивления может быть заложено в основу автоматизированного расчета коэффициента, учитывающего условия эксплуатации при выполнении фактической работы ЭАТС. Наибольшей точностью и информативностью обладает способ учета условий эксплуатации при определении коэффициента корректирования нормативов, на основании данных, получаемых от системы транспортной телематики предварительно сформированными в блоке

обработки информации на борту электрического автотранспортного средства. Кроме этого обработка выборки комплекса параметров на сервере, после их передачи и хранения за определенный период эксплуатации, позволит выполнять диагностирование систем по плавно-изменяющимся характеристикам, прогнозировать работоспособность электрических автотранспортных средств.

Ключевые слова: условия эксплуатации, сила тока, расход электроэнергии, скорость, нагрузка, дорожное сопротивление, коэффициент.

Введение

Выполнение транспортной работы с наименьшими расходами зависит от ряда обязательных требований эксплуатации электрических автотранспортных средств: своевременное качественное диагностирование, выполнение технического обслуживания и текущего ремонта. Отдельным пунктом следует выделить прогнозирование отказов и планирование технических воздействий. В планово-предупредительной системе корректирование пробега до капитального ремонта, периодичностей технического обслуживания и удельной трудоемкости текущего ремонта автотранспортных средств выполняется с использованием ряда корректирующих коэффициентов. Автоматизация расчетов ограничивается сложностью определения фактического значения коэффициента корректирования нормативов в зависимости от условий эксплуатации K_1 .

Маршруты электрических автотранспортных средств индивидуальны, состоят из участков движения с различными дорожными условиями и с особенностями режимов движения. Поэтому следует определять коэффициент по технической категории дороги, состоянию покрытия и типу рельефа местности, населенности геозоны.

Основная часть

Целью данной работы является выбор способа определения коэффициента корректирования нормативов ЭАТС в зависимости от условий эксплуатации для выполнения автоматизированного расчета периодичностей и трудоемкостей технических воздействий на основе телематики транспортных средств и дистанционной.

Учет условий эксплуатации ЭАТС на основании телематических данных о положении автотранспортного средства. Коэффициент корректирования нормативов ЭАТС, учитывающий условия эксплуатации с различными параметрами геозон производится с использованием геолокации. Данный коэффициент учитывает статус дороги, расположение над уровнем моря в различных точках и расстояние

от города. Для расчета коэффициента K_1 нужна карта местности с привязкой автотранспортного средства с использованием телематических данных [2]:

$$K_1 = K_{st} \cdot K_H \cdot K_l, \quad (1)$$

где: K_{st} – коэффициент, учитывающий качество дорожного покрытия (статус дороги);

K_H – коэффициент, учитывающий расположение над уровнем моря;

K_l – коэффициент, учитывающий расстояние от города.

Расположение над уровнем моря в современных системах навигации определяется автоматически при наличии трех и более спутников в видимости приемника сигналов спутника. Качество дорожного покрытия (статус дороги) и расстояние до города рассчитываются путем наложения фактического положения и движения электрического транспортного средства на карту. Данные параметры с легкостью и высокой точностью преобразуются в коэффициент корректирования K_1 . Указанный способ требует обработки огромного количества картографических данных. Однако применение его необходимо для верификации обобщенного коэффициента как на этапе испытаний, так и для построения испытательного маршрута. Применение нейросети в данных расчетах позволит ввести прогнозные показатели по перемещению электрического транспортного средства, и как результат совершенствовать эксплуатационные характеристики.

Учет условий эксплуатации ЭАТС на основании телематических данных по энергопотреблению и скорости движения. Данный способ предполагает определять коэффициент корректирования нормативов в зависимости от условий эксплуатации основным энергетическим параметрам работы ЭАТС.

Возвращаясь к вышеуказанному коэффициенту, учитывающему статус дороги, следует отметить, что его можно представить как функцию от скорости движения ЭАТС при некоторых заданных условиях потребления электроэнергии, таких как разгон, установившееся

движение и торможение с рекуперацией. Наиболее подходящим для предварительных испытаний и верификации с предыдущим способом следует выбрать режим установившегося движения. Получение данных о скорости движения электрического автотранспортного средства возможно от датчика скорости, тахометра, тахографа или внутренней системы передачи данных и навигационной системы. Использование источников внешних и внутренних источников данных скорости значительно повышает точность, например учитывает проскальзывание колес особенно в зимнее время. Формула расчета коэффициента статуса дороги в таком случае имеет вид:

$$K_{st} = f(V_E(t)), \quad (2)$$

где V_E – скорость движения электрического автотранспортного средства;

t – элементарный временной интервал считывания данных скорости.

Следует также отметить, что при неизменных внешних условиях по данной формуле можно определять состояние дорожного покрытия и при необходимости проводить верификацию данных о реальном состоянии дороги. Другими словами, каждое электрическое автотранспортное средство, оснащенное данной системой, может стать анализатором состояния дорожного покрытия.

Коэффициент, учитывающий расстояние от города, определяется функциями скорости движения транспортного средства (V) и силы потребляемого тока электрическим автотранспортным средством (I):

$$K_I = f(V_E(t), I(t)), \quad (3)$$

где I – сила потребляемого тока электрическим автотранспортным средством.

При преодолении возвышенностей, подъемов и уклонов более эффективным параметром для считывания является скорость движения транспортного средства (V_E) и расход электрической энергии, которая определяется в первую очередь силой тока (I), считанные с помощью системы транспортной телематики:

$$K_H = f(V_E(t), I(t)). \quad (4)$$

Так как все составляющие коэффициенты в соответствии с формулами (2), (3), (4) включают скорость движения электрического автотранспортного средства (V_E) и силу потребляе-

мого тока электрическим автотранспортным средством (I), то результирующая формула преобразуется в следующий вид:

$$K_1 = f(V_E(t), I(t)). \quad (5)$$

При выполнении расчета коэффициента K_I следует считать данные скорости движения и силы потребляемого тока с электрических автотранспортных средств следует с определенным одинаковым интервалом времени.

Выполняемая транспортная работа пропорциональна величине силы тока, потребляемого электрическим двигателем. Однако сила тока в цепи двигателя от режима работы ЭАТС и скорости движения, в связи с этим, для описания коэффициента, учитывающего условия эксплуатации следует применить систему:

$$\begin{cases} K_1 = f(V_E(t), I(t)), \\ I = f(V_E(t)). \end{cases} \quad (6)$$

Указанная система уравнений имеет сложную нелинейную зависимость и для ее реализации необходимо применить трехмерный массив данных, который закладывается по результатам экспериментальных исследований с использованием учета условий эксплуатации ЭАТС на основании телематических данных о положении электрического автотранспортного средства [2].

Способ учета условий эксплуатации ЭАТС на основании телематических данных по потреблению электрической энергии и скорости движения путем создания трехмерного массива данных по результатам экспериментальных исследований обладает высокой информативностью и точностью, но имеет высокую трудоемкость при создании массивов. Введение нейросетей в обработку данных массива позволит выполнять прогнозирование движения электрических автотранспортных средств с наибольшей эффективностью. Предварительные испытания требуется выполнять на стенде тягово-экономических показателей.

Учет условий эксплуатации ЭАТС на основании коэффициента суммарного дорожного сопротивления с использованием данных о расходе электроэнергии, скорости движения, веса и КПД электропривода ЭАТС. Коэффициент суммарного дорожного сопротивления в полной мере отражает условия эксплуатации ЭАТС и будет применен в основу обобщающего коэффициента корректирования нормативных данных пробега до капитального ремонта, периодичностей технического обслуживания и удельной тру-

доемкости текущего ремонта автотранспортных средств. В отличие от автотранспортных средств с двигателем внутреннего сгорания, просчитать зависимости коэффициента суммарного дорожного сопротивления и обобщающего коэффициента корректирования нормативных данных для электрических автотранспортных средств значительно проще.

Исключение из формулы только индикаторного КПД двигателя внутреннего сгорания позволит не учитывать следующие факторы [5]:

- качество топлива (влияние октанового числа и способа смесеобразования);
- состав смеси (влияние коэффициента избытка воздуха);
- угол опережения зажигания (влияние отклонения угла опережения зажигания от оптимального);
- частота вращения коленчатого вала (влияние роста частоты вращения коленчатого вала на увеличение индикаторного КПД);
- нагрузка на ДВС;
- тип камеры сгорания;
- степень сжатия;
- наполнение цилиндров (влияние увеличения температуры окружающей среды и снижения давления);

Коэффициент суммарного дорожного сопротивления Ψ_{Σ} будет определяться после преобразования по формуле [3]:

$$\Psi_{\Sigma} = \frac{P_E - A \cdot i_k - B \cdot i_k^2 \cdot V_E}{C \cdot G_E} - \frac{0,077 \cdot C \cdot K \cdot F \cdot V_E^2}{C \cdot G_E}, \quad (7)$$

где P_E – электрическая мощность электрического автотранспортного средства, Вт;

i_k – передаточное число редуктора;

G_E – вес ЭАТС, Н;

V_E – скорость движения транспортного средства, км/ч;

K – коэффициент сопротивления воздуха, $\text{Н} \cdot \text{с}^2 \cdot \text{м}^{-4}$;

F – лобовая площадь транспортного средства, м^2 .

$$P_E = U \cdot I, \quad (8)$$

где: I – сила тока, потребляемая электрическим двигателем, А;

U – напряжение питания электрического двигателя, В.

В указанной формуле коэффициент суммарного дорожного сопротивления обратно про-

порционален весу автотранспортного средства и прямо пропорционален мощности электроэнергии с учетом скорости движения.

В отличие от механических и автоматических коробок переключения передач автотранспортных средств с изменяющимся передаточным числом в электрическом транспортном средстве имеется редуктор с 1 или иногда с несколькими передаточными числами. В случае отсутствия сцепления исключаются пробуксовки в трансмиссии в процессе эксплуатации, что позволит повысить точность измерений при различной нагрузке электрического автотранспортного средства. Проверить правильность значения передаточного числа редуктора и всей трансмиссии i_k можно определить по показаниям скорости движения автотранспортного средства V_E и частоты вращения вала электродвигателя, поэтому сигналы датчиков скорости ЭАТС и частоты вращения вала необходимо принимать в качестве корректирующих параметров. Зачастую данные параметры отображаются в шине данных CAN. Скорость движения транспортного средства V_E может быть определена кроме указанных выше способов, по данным мониторинга систем GPS или ГЛОНАСС, что позволяет зачастую выявить проскальзывание колес с дорожным покрытием.

Вес автомобиля G_E зависит от загрузки и может быть определен с учетом собственной массы и массы перевозимого груза по датчику нагрузки на ось.

A , B и C – постоянные коэффициенты для каждого конкретного автомобиля, зависящие от массы и мощности электрического двигателя, передаточного числа главной передачи, радиуса качения колес, КПД трансмиссии автомобиля, емкости высоковольтных накопителей энергии и их массогабаритных размеров.

Одновременно с этим лобовая площадь транспортного средства также является постоянной величиной. Сюда же следует отнести и коэффициент сопротивления воздуха K . Эти коэффициенты являются постоянными для каждого конкретного электрического автотранспортного средства и определяются по марке, модели и модификации транспортного средства. Данные постоянных параметров транспортного средства фиксируются при поступлении на предприятие, или же сохраняются в бортовом блоке транспортного средства. Они могут быть изменены, синхронно с проводимыми изменениями на автотранспортном средстве.

Учет условий эксплуатации АТС на основании коэффициента суммарного дорожного сопротивления с использованием данных

скорости, веса АТС и мощности электрического двигателя. Для снижения погрешности при определении коэффициента суммарного дорожного сопротивления рекомендуется ввести определение крутящего момента электрического двигателя. Существует несколько подходов по определению крутящего момента на колесах электрических автотранспортных средств. Первый из них предполагает измерение крутящего момента по реакциям опор электродвигателя двигателя, однако, данный подход приводит к увеличению погрешности и усложнению конструкции опор двигателя, что в свою очередь значительно удорожает конструкцию. На этапе проектирования испытания и верификации данных, получаемых при других подходах, указанный способ оправдан в полной мере.

Разновидностью предложенного способа является определение крутящего момента на карданном валу с учетом потерь в редукторе. Подобным способом определяется крутящий момент на приводном валу или колесе ЭАТС, с учетом КПД трансмиссии.

Для электрических автотранспортных средств с использованием асинхронного трехфазного тягового двигателя предполагается проводить определение крутящего момента по скольжению ротора относительно поля статора [5].

Учет условий эксплуатации ЭАТС на основании коэффициента суммарного дорожного сопротивления по коэффициенту сопротивления качению и углу уклона дорожного покрытия. Определение коэффициента суммарного дорожного сопротивления с некоторыми ограничениями проводится с использованием формулы дорожного сопротивления [6]:

$$\psi = f \cdot \cos \alpha + \sin \alpha, \quad (9)$$

где f – коэффициент сопротивления качению электрического автотранспортного средства;

α – угол уклона дорожного покрытия, град.

Данный способ реализуется при выполнении ряда условий: проверка должна проводиться при отсутствии ускорения электрического автотранспортного средства; калибровка происходит при движении по ровной горизонтальной поверхности. Перед проведением испытаний на ЭАТС монтируется датчик ускорения и измеритель угла уклона.

Определение коэффициента сопротивления качению f , заключается в разгоне до определенной скорости электрического автотранспортного средства, в отключении питания электродвигателя без включения рекуперации

и свободном выбеге по инерции до полной остановки, измеряется путь выбега и рассчитывается коэффициент сопротивления качению по формуле [7]:

$$f = \frac{\delta \cdot V_H^2}{2 \cdot g \cdot S}, \quad (10)$$

где δ – коэффициент учета вращающихся масс;
 V_H – начальная скорость выбега электрического автотранспортного средства, км/ч;
 g – ускорение силы тяжести, м/с²;
 S – путь выбега, м.

Коэффициент сопротивления качению в зависимости от скорости движения для электрических автотранспортных средств рассчитать по эмпирической формуле:

$$f = \frac{115 + V_E}{10000}, \quad (11)$$

где V_E – скорость ЭАТС, км/ч.

Другой способ определения коэффициента сопротивления качению по результатам испытаний, заключается в буксировке электрического автотранспортного средства с отключенной рекуперацией по дороге равномерно с небольшой скоростью тягачом через динамометр. Коэффициент сопротивления качению рассчитывается по формуле:

$$f = \frac{P_f}{G_E}, \quad (12)$$

где P_f – сила сопротивления качению (показание динамометра), Н;

G_E – вес электрического автотранспортного средства, Н.

Так как электрическое автотранспортное средство работает в режиме, не соответствующему реальному процессу его испытаний без учета затрат мощности на преодоление сил сопротивления движению, в частности подъему, а также сил трения в трансмиссии, то данный способ имеет явный недостаток. Однако определение движения автомобиля, давления воздуха в шине, действия тормозного и тягового моментов можно выявить сложные зависимости и значительно повысить точность определения коэффициента сопротивления качению [7].

Учет условий эксплуатации ЭАТС на основании коэффициента суммарного дорожного сопротивления с определением коэффициента пропорциональности, характерного для каж-

дога типа электрического автотранспортного средства и отражающего его конструктивные особенности.

Одним из интересных решений является определение коэффициента суммарного сопротивления движению упрощенным способом через энергетические затраты электрического двигателя (мощность, скорость движения) на преодоление суммарных сил сопротивления движению транспортного средства, включающих в себя силы сопротивления качению, подъему, колебаниям подрессоренной массы, воздуха и прицепа с учетом потерь мощности в трансмиссии и скорости движения. При перемещении испытуемого транспортного средства определяется средняя мощность, потребляемая электродвигателем и реализуемая при этом средняя скорость движения в неустановившемся режиме движения, определенном профилем и несущей способностью опорной поверхности. Коэффициент суммарного сопротивления движению определяется по зависимости [6]:

$$\psi_{\Sigma_j} = n \cdot \frac{\bar{P}_{Ej}}{\bar{V}_j}, \quad (13)$$

где: \bar{P}_{Ej} – средняя мощность на j -й опорной поверхности, Вт/100 км;

\bar{V}_j – средняя скорость движения на j -й опорной поверхности, км/ч;

n – коэффициент пропорциональности, характерный для каждого типа электрического автотранспортного средства и отражающий его конструктивные решения.

В свою очередь величину n по испытуемому колесному электрическому автотранспортному средству определяют по известному значению коэффициента суммарного сопротивления движению, соответствующему дороге с ровным твердым покрытием, равным 0,025 для колесных машин, а \bar{P}_{Ej} и \bar{V}_j – по контрольной мощности испытуемого транспортного средства и скорости движения.

Предлагаемый способ относительно прост в применении по сравнению с предыдущими. Однако такой способ можно использовать только в режиме установившегося движения. При этом коэффициент пропорциональности, характерный для каждого типа электрического автотранспортного средства и отражающий его конструктивные решения должен включать вес ЭАТС.

Ускорение и замедление электрического автотранспортного средства имеет самое сильное

влияние на мощность, наработку на отказ, периодичность технического обслуживания и трудоемкость выполняемых работ. Инерционные свойства напрямую связаны с массой электрического автотранспортного средства. В расчетах обязательно необходимо учитывать нелинейность, которую дают инерционные силы.

С использованием систем мониторинга и транспортной телематики, ускорение и замедление электрического автотранспортного средства определяется как производная от скорости. Однако для верификации данных ускорения и учета погрешностей необходимо провести испытания с датчиком ускорения. При движении с ускорением и замедлением увеличивается проскальзывание шин с дорожным покрытием, что требует дополнительных корректирующих мер, с использованием навигационной системы.

Замедление электрических автотранспортных средств в режиме рекуперации производится торможением электродвигателем. В таком случае электродвигатель работает как генератор и преобразует механическую энергию в электрическую в объеме, необходимом для получения требуемого замедления. регулирование отбора электроэнергии производит инвертор в зависимости от степени нажатия на педаль тормоза. При снижении скорости электрического автотранспортного средства до низкого коэффициента работы двигателя-генератора, а также при экстренном торможении подключается штатная тормозная система [5].

Учет условий эксплуатации ЭАТС по коэффициенту суммарного дорожного сопротивления следует применять только в режиме установившегося движения и при проведении испытаний. Коэффициент пропорциональности, применяемый при расчете для каждого типа электрического автотранспортного средства, отражающий его конструктивные решения должен включать вес.

Для участков с неустановившимся движением следует применять метод дифференцирования данных по участкам движения с использованием данных о положении электрического автотранспортного средства над уровнем моря, подъема и спуска, ускорения, замедления, силы и направления ветра. Использование датчика крутящего момента на колесе, карданном валу или полуоси, выполняющего функцию обратной связи позволит системе проводить диагностирование электрического транспортного средства с возможностью определения КПД и фактической работы, и исключать влияние неисправностей на изменение коэффициентов [9].

Заключение

На этапе испытаний в режиме установившегося движения определение коэффициента корректирования нормативов следует применять с учетом условий эксплуатации ЭАТС по коэффициенту суммарного дорожного сопротивления на основании информации затрачиваемой мощности и скорости движения электрического автотранспортного средства, а для расчета коэффициента пропорциональности использовать информацию веса ЭАТС.

Наиболее точным и информативным является способ учета условий эксплуатации при определении коэффициента корректирования нормативов, на основании данных, получаемых от системы транспортной телематики предварительно сформированными в блоке обработки информации на борту электрического автотранспортного средства.

Обработка выборки комплекса параметров на сервере, после их передачи и хранения за определенный период, позволит выполнять диагностирование систем по плавно-изменяющимся характеристикам, прогнозировать работоспособность электрических автотранспортных средств, а также автоматизировать систему технического обслуживания и ремонта.

Литература

1. Технический кодекс установившейся практики: ТКП 248-2010: Техническое обслуживание и ремонт автомобильных транспортных средств. Нормы и правила проведения = Тэхнічнае абслугоўванне і рамонт аўтамабільных транспартных сродкаў. Нормы і правілы правядзення. – введ. РБ 13.05.2010 // Беларус. гос. ин-т стандартизации и сертификации. – Минск, 2010.

2. Гурский, А. С. Использование транспортной телематики и дистанционной диагностики для совершенствования технического обслуживания и ремонта транспортных средств / А. С. Гурский, В. С. Ивашко // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия фи-

зико-технических наук – 2020. – Т. 65. – № 3. – С. 375–383.

3. Гурский, А. С. Определение коэффициента суммарного дорожного сопротивления по расходу топлива / А. С. Гурский // Научно-практический журнал «Изобретатель». – 2020. – № 2(238). – С. 7–13.

4. Стуканов, В. А., Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля / В. А. Стуканов. – М.: Форум-ИНФРА-М, 2005. – 368 с.

5. Гурский, А. С. Анализ тяговых электродвигателей электромобилей = Analysis of traction electric motors of electric vehicles / А. С. Гурский, Е. Л. Савич // Изобретатель. – 2022. – № 1–2. – С. 4–14.

6. Гурский, А. С. Анализ способов учета условий эксплуатации автотранспортных средств при определении корректирующих коэффициентов периодичности технического обслуживания и трудоемкости текущего ремонта. / А. С. Гурский // Научно-практический журнал «Изобретатель». – №1–2(242-243). – 2021. – С.13–21.

7. Анализ методов определения коэффициента сопротивления качению колес автомобиля / В. И. Клименко, С. Н. Шуклинов, Д. Н. Леонтьев, А. В. Губин // Автомобильный транспорт: Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет. – вип. 46. – 2020. – С. 33–39.

8. Гурский, А. С. Анализ тяговых электродвигателей электромобилей = Analysis of traction electric motors of electric vehicles / А. С. Гурский, Е. Л. Савич // Изобретатель. – 2022. – № 1–2. – С. 4–14.

9. Гурский, А. С. Метод реализации общего оперативного диагностирования механических и электрических автотранспортных средств по КПД / А. С. Гурский // Мир транспорта и технологических машин. Научно-технический журнал. – №3–5 (82). – ОГУ имени И.С. Тургенева, Россия. – 2023 – С. 18.

GURSKY Alexandr S., Ph. D. in Eng., Ass. Prof.,
head of department «Technical operation of cars»
E-mail: ASGURSKI@bntu.by

Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

Received 01 October 2024

METHODS OF ACCOUNTING THE OPERATING CONDITIONS OF ELECTRIC VEHICLES WHEN DETERMINING CORRECTIVE COEFFICIENTS FOR THE FREQUENCY AND LABOR INTENSITY OF MAINTENANCE AND CURRENT REPAIRS.

The operational management of maintenance and repair of electric vehicles (EV) is significantly improved due to a qualitative analysis of their condition during operation. Adjusting the operating modes of electric vehicles using an automated accounting system for the actual operation of the EV will allow you to calculate the frequency and complexity of maintenance and repair, the total mileage before major repairs or write-off taking into account the coefficients. The ideal solution for the functioning of an automated system is the operational control of the EV of the amount of work performed while driving in various operating conditions by reading a set of technical operational parameters. One of the methods is to determine the coefficient of total road resistance based on information from current sensors, the speed of an electric vehicle, the speed of rotation of the motor shaft and the axle load. The value of the coefficient of total road resistance can be used as the basis for the automated calculation of the coefficient, taking into account the operating conditions when performing the actual operation of the EV. The most accurate and informative method is the method of taking into account operating conditions when determining the coefficient of adjustment of standards, based on data received from the transport telematics system performed in the information processing unit on board an electric vehicle. In addition, processing a sample of a set of parameters on the server, after their transfer and storage for a certain period of operation, will allow you to diagnose systems based on smoothly changing characteristics, predict the performance of electric vehicles.

Keywords: *operating conditions, current, power consumption, speed, load, road resistance, coefficient.*

References

1. Technical Code of Established Practice: TKP 248-2010: Maintenance and repair of motor vehicles. Norms and rules of conduct = introduction. RB 13.05.2010 // Belarusian State Institute of Standardization and Certification, Minsk, 2010.

2. Gursky, A. S. The use of transport telematics and remote diagnostics to improve the maintenance and repair of vehicles/ A. S. Gursky, V. S. Ivashko// Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Series of Physical and technical Sciences. – 2020. – vol. 65, № 3. – pp. 375–383.

3. Gursky, A. S. Determination of the coefficient of total road resistance by fuel consumption / A. S. Gursky // Scientific and practical journal "Inventor". – 2020. – № 2(238). – pp. 7–13.

4. Stukanov, V. A., Fundamentals of the theory of automobile engines and the automobile /

V. A. Stukanov // M.: Forum-INFRA-M, 2005. – 368 p.

6. Gursky, A. S. Analysis of methods for taking into account the operating conditions of motor vehicles in determining the correction coefficients of the frequency of maintenance and the complexity of routine repairs. / A. S. Gursky // Scientific and practical journal «Inventor». – № 1–2(242–243). – 2021. – pp.13–21.

7. Analysis of methods for determining the coefficient of rolling resistance of car wheels / V. I. Klimenko, S. N. Shuklinov, D. N. Leontiev, A. V. Gubin // Automobile transport: Kharkiv National Automobile-Road University. – № 46, 2020. – pp. 33–39.

8. Gursky, A. S. Analysis of traction electric motors of electric vehicles = Analysis of traction electric motors of electric vehicles / A. S. Gursky, E. L. Savich // Inventor. – 2022. – № 1–2. – pp. 4–14.

9. Gursky, A. S. A method for implementing general operational diagnostics of mechanical and electric vehicles according to efficiency / A. S. Gursky // The world of transport and techno-

logical machines. Scientific and Technical Journal. – № 3–5 (82). – I. S. Turgenev OSU – Russia. – 2023. – p. 18.

УДК 629.021

БЕЛАБЕНКО Д. С., канд. техн. наук,
начальник отдела расчетов и научного сопровождения проектов
E-mail: megainventor@yandex.ru

ОАО «Минский завод колесных тягачей», Минск, Республика Беларусь

Поступила в редакцию 03.10.2024

О ТЕРМИНЕ «КОРОБКА ПЕРЕДАЧ»

В существующем многообразии научных и технических публикаций на тему коробок передач было выявлено неоднозначное использование термина «коробка передач». В методологии науки принят ряд правил, которыми необходимо пользоваться при составлении определений: соразмерности, запрета, простоты, компетентности и однозначности. Значительное искажение понятия «коробка передач» происходит в результате нарушения правила однозначности. Данный факт характерен как для современных работ последнего десятилетия, так и для более старых работ конца прошлого века. Наличие в публикациях, в том числе носящих учебный характер, многообразия определений понятия «коробка передач» может вызывать как сложности при освоении учебных курсов соответствующих дисциплин, так и трудности в коммуникации специалистов, придерживающихся различных точек зрения. В работе решались задачи по изучению многообразия определений понятия «коробка передач» в научных и технических публикациях, их классификации, выделению основных признаков. Выполнена систематизация определений по признакам, включаемым в понятие «коробка передач» типов передач и основания их составления. В результате анализа определены основные признаки и предложены формулировки дескриптивного и конструктивного определений для понятия «коробка передач».

Ключевые слова: коробка передач, трансмиссия, термин, определение, понятие, зубчатый механизм, передача.

Введение

С момента изобретения коробки передач (КП) прошло более ста лет. За это время появились новые типы механизмов и устройств, которые обеспечивают выполнение аналогичных функций. В научных публикациях встречается множество различных определений понятия КП. Такое разнообразие определений кроме мелких различий сопровождается включением в понятие КП различных типов передач и их комбинаций.

В данной работе исследуется понятие КП, систематизируются его определения, приведенные в различных публикациях. По результа-

там анализа предложена формулировка определения понятия КП, учитывающая отличительные признаки таких устройств.

Систематизация определений

Разными авторами термин КП используется для обозначения различных понятий. В существующем разнообразии определений понятия КП, существуют определения, сформулированные с нарушением правил построения определений. Например, правил соразмерности, запрета, простоты и компетентности [1, С. 79–80]. Нарушение этих правил несущественно искажают понятие КП. Нарушение правила одно-