

2. Гришкевич, А. И. Автомобили: Теория : учебник для вузов / А. И. Гришкевич. – Минск : Высш. шк., 1986. – 208 с.

3. Литвинов, А. С., Фаробин, Я. Е. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств : учебник для вузов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» – М. : Машиностроение, 1989. – 237 с.

4. Волков, Е. В. Теория движения автомобиля: монография. Е. В. Волков. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2018. – 204 с.

Представлено 20.04.2021

УДК 621.313

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ С ВЫСОКОЙ АВТОНОМНОСТЬЮ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОГО ДВИЖЕНИЯ

DESIGNING AN ELECTRIC VEHICLE WITH HIGH AUTONOMY
IN URBAN TRAFFIC

А. Ю. Рячкин,

Омский государственный технический университет,

г. Омск, Российская Федерация

A. Ryachkin,

Omsk State Technical University, Omsk, Russian Federation

*В статье рассматривается перспектива создания электромо-
биля с высокой автономностью в условиях городского движения
и повышение интереса к электрическим машинам.*

*The article discusses the prospect of creating an electric car with
high autonomy in urban traffic and increasing interest in electric cars.*

*Ключевые слова: электрокар, электромобиль, электрическая
машина, аккумуляторные батареи, автономность.*

*Key words: electric car, electric car, electric car, rechargeable bat-
teries, autonomy.*

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность использования электромобилей (ЭМ) на сегодняшний день весьма высока. ЭМ смогут решить ряд глобальных проблем: уровень шумового фона в городах, выхлопные газы и избыточное тепло, высокие затраты на топливо.

Научная новизна: в работе для оценки тягово-эксплуатационных свойств ЭМ предложена усовершенствованная методика для проектирования транспортных средств с двигателями внутреннего сгорания (ДВС), а также предложен способ оценки автономности для установленных режимов движения, с учетом сопротивления воздуха.

ТЕОРИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В первую очередь была определена разница эксплуатационных затрат между автомобилем с ДВС и ЭМ, которая составила 4,3 раза (404 рубля и 94,7 рублей для того чтобы проехать на автомобиле с ДВС и ЭМ 100 км). Предлагается следующая гипотеза: оснастить ЭМ двумя аккумуляторами по 100 кВт, чтобы увеличить запас хода ЭМ летом в городских условиях до 900 км.

РАСЧЕТ ТЯГОВО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭМ

Был выполнен расчет тягово-эксплуатационных характеристик ЭМ с массой 1250 кг и максимальной скоростью 220 км/ч.

Расчетное значение максимальной эффективной мощности двигателя зависит от внешних условий и максимальной скорости машины:

$$N_{emax} = \frac{f_{c.min\ реал} \cdot G \cdot V_{max}}{\eta_{cy} \cdot \eta_{тр} \cdot \eta_{к.д}} = \frac{0,211 \cdot 1250 \cdot 9,81 \cdot 61,11}{0,97 \cdot 0,99 \cdot 0,95} = 173532 \text{ Вт},$$

где $f_{c.min\ реал}$ – сопротивление прямолинейному движению, которое должна преодолеть машина на максимальной скорости; $G = m \cdot g$ – вес машины, Н; V_{max} – максимальная скорость машины, м/с; η_{cy} – КПД силовой установки; $\eta_{тр}$ – КПД трансмиссии; $\eta_{к.д}$ – КПД колесного движителя.

Для известных значений угловой частоты вращения вала электрического двигателя были определены зависимости эффективной мощности, свободной мощности и свободного момента двигателя по существующей методике [2].

Для определения тяговых возможностей ЭМ была определена зависимость удельной силы сопротивления движению с учетом силы аэродинамического сопротивления, диапазон изменения удельной силы от 0,025 до 0,220.

Характеристиками разгона ЭМ являются время и скорость. Тяговая характеристика ЭМ позволяет определять величину ускорения и изменение скорости в течение времени. Результаты расчетов представлены на рисунке 1.

Приемистость ЭМ оценивается временем и длиной пути разгона ее до максимальной скорости в заданных дорожных условиях. Характеристики разгона приведены на графике (рисунок 1). Для определения длины пути разгона используется метод графического интегрирования.

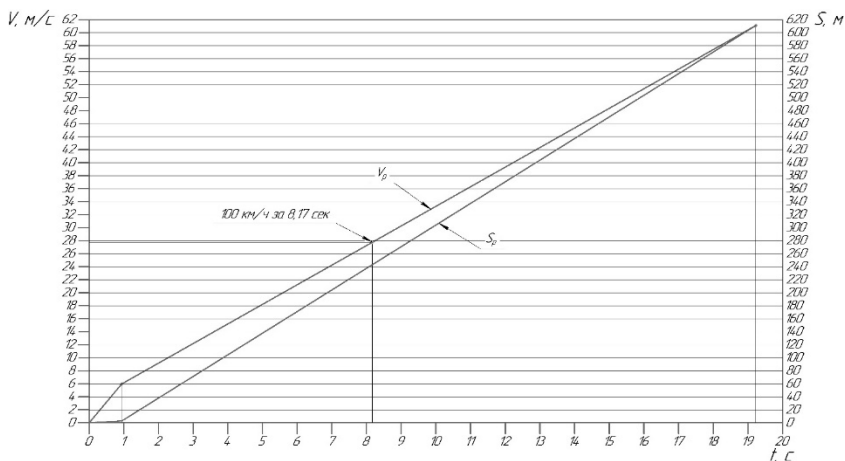


Рисунок 1 – График разгона и пути гусеничной машины

Путь разгона машины пропорционален площади, ограниченной графиком скорости $V = V(t)$ и осью времени, следовательно, можно записать:

$$S_p = F_{\Sigma} \cdot m_S = 29584,7352 \text{ мм}^2 \cdot 0,0208 \frac{\text{М}}{\text{мм}^2} = 616,5 \text{ м},$$

где F_{Σ} – полная площадь, ограниченная графиком скорости и осью времени; m_S – масштаб пути.

Общий путь разгона электрической машины до максимальной скорости служит оценочной характеристикой приемистости машины. Изменяя принимаемые инженерные решения можно проследить изменения приемистости по значению пути разгона. Это значение можно использовать как критерий оптимизации при проектировании силовой установки, трансмиссии, а также колесного движителя машины.

Tesla используют 100 кВт аккумуляторную батарею и заявляют, что их машины проходят до 500 км [1]. Одна батарея весит примерно до 400 кг. Для проектируемого ЭМ предлагается установить 2 таких батареи и увеличить запас хода до 900 км.

Максимально пройденный путь при постоянной скорости зависит от удельной силы сопротивления движению:

$$S_i = \frac{E}{F} = \frac{E_{АКБ} \cdot \eta_{к.д} \cdot \eta_{св} \cdot \eta_{мп}}{f_i \cdot m \cdot g} = \frac{7,2 \cdot 10^8 \cdot 0,95 \cdot 0,97 \cdot 0,99}{f_i \cdot 1250 \cdot 9,81}.$$

Значения заносятся в таблицу 1.

Таблица 1 – Максимально пройденный путь при определенной скорости

V, км/ч	S, км
10	2142,614
60	1409,615
120	669,567
220	253,556

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненной работы получена методика оценки тягово-эксплуатационных свойств ЭМ, оценена приемистость и автономность ЭМ при различных скоростях установившегося движения. Показано расчетным путем возможность проектирования од-

носкоростной трансмиссии для ЭМ, при этом получены следующие характеристики: разгон от 0 до 100 км/ч за 8,17 с, разгон до максимальной скорости 220 км/ч за 19,23 с. Автономность при скорости 60 км/ч составила 1409,615 км, что в 3 раза выше характеристики ЭМ Tesla Model S.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батарея Tesla S & X [Электронный ресурс]. – URL: <https://ion-cars.ru/battery-tesla-model-s-x/> (дата обращения: 25.10.2020).

2. Теория транспортных средств специального назначения : методические указания по курсовому проектированию / сост. И. П. Залознов. – Омск : ОмГТУ, 2016. – 48 с.

Представлено 18.05.2021

УДК 629.3.021

РАЗРАБОТКА ТРЕБОВАНИЙ К МОДЕЛЬНОМУ РЯДУ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

DEVELOPMENT OF REQUIREMENTS FOR THE TORQUE CON- VERTERS MODEL RANGE

Д. С. Белабенко

Минский завод колесных тягачей, г. Минск, Беларусь

D. Belabenko

Minsk wheel tractor plant, Minsk, Belarus

В случае проектирования гидродинамического трансформатора (ГДТ) для применения совместно с единственной моделью двигателя внутреннего сгорания (ДВС) разработка технического задания (ТЗ) относительно проста. Разработка модельного ряда ГДТ требует решения новых задач, связанных с рациональным выбором диапазона параметров ДВС, совместно с которыми будут работать ГДТ.

In the case of designing a torque converter for use in conjunction with a single model of an internal combustion engine, the development of