

УДК 62-21

**РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ
КОНСТРУКЦИИ МОДУЛЯ СОЛНЕЧНОЙ
БАТАРЕИ С ИЗМЕНЯЕМОЙ
ГЕОМЕТРИЕЙ***Князев К. С.*

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Российская Федерация

kirill.knyazev1996@mail.ru

Рассмотрена конструкция модуля солнечной батареи с изменяемой геометрией для многофункционального электромобиля. Модуль позволяет подзаряжать аккумулятор электромобиля, когда он находится в состоянии покоя. Произведен расчет механизма перемещения пластин с солнечными батареями. Рассчитана ветровая нагрузка на предложенную конструкцию.

Ключевые слова: электромобиль, солнечные батареи, ременная передача, ветровая нагрузка.

Введение. В настоящее время актуальным является переход от автомобилей, которые используют традиционное топливо, к электромобилям. В ряде стран Европы, США, Китае, Японии и России, с целью экономии природных ресурсов и защиты окружающей среды, активно разрабатываются различные концепции и прототипы электромобилей.

Одним из вариантов подзарядки аккумулятора электромобиля является использование солнечных батарей, входящих в его состав.

Целью работы является разработка и обоснование конструкции модуля солнечной батареи с изменяемой геометрией для многофункционального электромобиля.

Разработка конструкции модуля солнечной батареи. Конструкция модуля разработана для применения на многофункциональном электромобиле, разработанным творческим коллективом ДГТУ в 2016 году (рис. 1) [1].



Рис. 1. Внешний вид опытного образца многофункционального электромобиля

UDC 62-21

**DEVELOPMENT AND
JUSTIFICATION OF SOLAR BATTERY
MODULE DESIGN WITH VARIABLE
GEOMETRY***Knyazev K. S.*

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

kirill.knyazev1996@mail.ru

The design of a solar battery module with variable geometry for a multifunction electric vehicle is considered. The module allows you to charge the battery of an electric vehicle when it is at rest. The mechanism of displacement of plates with solar batteries is calculated. The wind load on the proposed structure is calculated.

Keywords: electric car, solar panels, rack-and-gear mechanism, wind load

Конструкция модуля предполагает перемещение пластин с солнечными батареями вдоль рамы с помощью реечной передачи. Перемещение пластин в левую и правую стороны необходимо для увеличения поверхности, на которой будут крепиться солнечные батареи. Это позволит повысить суммарную выработку электрического тока от солнечных батарей.

Модуль солнечной батареи будет находиться в сложенном положении во время перемещения электромобиля по поверхности и раскрываться в неподвижном состоянии. Конструкция модуля располагается на крыше многофункционального электромобиля.

На рис. 2 и 3 изображены графические модели, иллюстрирующие предлагаемое техническое решение.

Модуль состоит из рамы 1, пластины 2, солнечной батареи 3, фиксатора оси 4, шестерни 5, рейки 6, вала 7 и ролика 8.

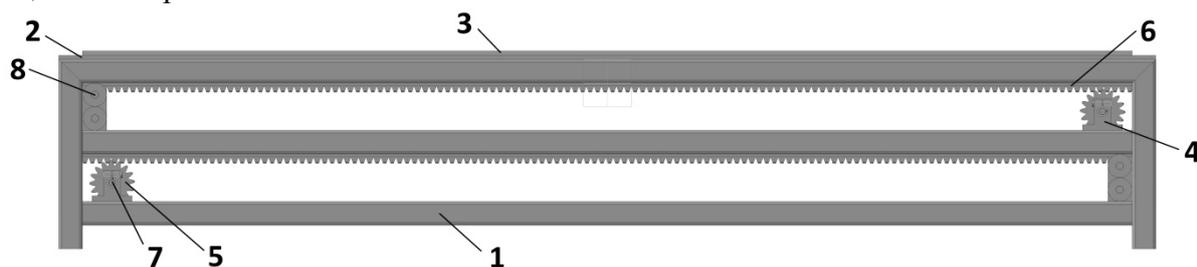


Рис. 2. Внешний вид модуля солнечной батареи

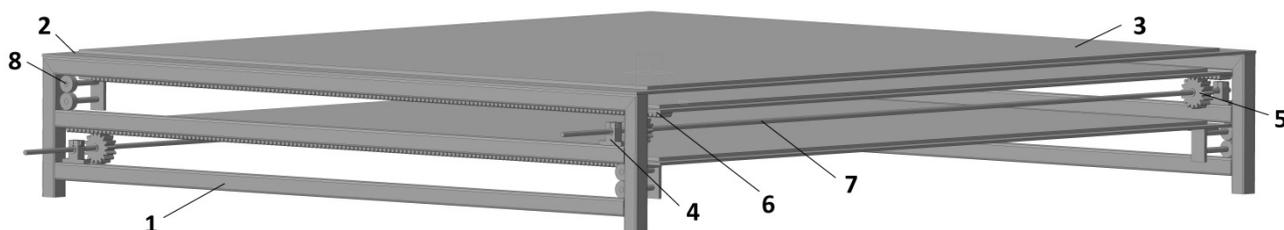


Рис. 3. Внешний вид модуля солнечной батареи (спереди)

Механизмом перемещения пластин является реечная передача. Был проведен расчет этой передачи. Для расчета реечной передачи использован модуль Gears программного обеспечения «Компас 3D».

Результат расчета шестерни показан на рис. 4, а на рис. 5 показан расчет рейки.

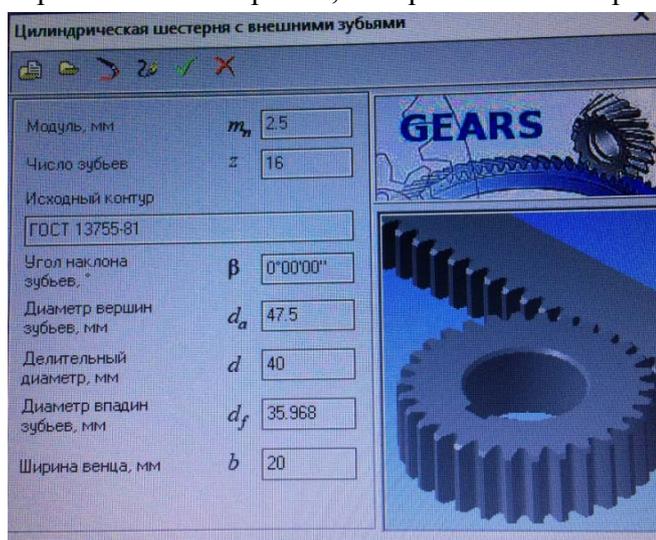


Рис. 4. Результат расчета шестерни

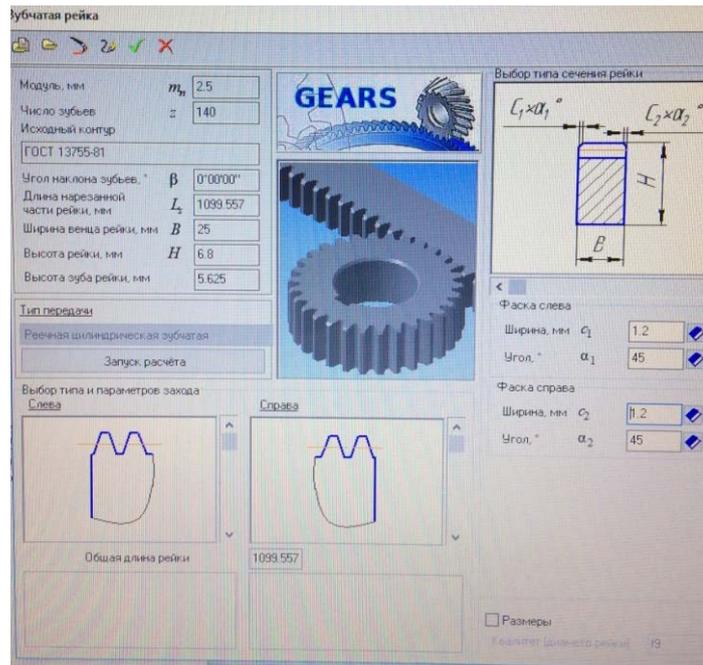


Рис. 5. Результат расчета рейки

Расчет на ветровую нагрузку.

Для оценки прочностных характеристик конструкции использован модуль APM FEM программного обеспечения «Компас 3D».

Расчетное значение средней составляющей ветровой нагрузки W_m , в зависимости от эквивалентной высоты Z_e над поверхностью земли, следует определять по формуле [2, 3]:

$$W_m = W_0 k(Z_e) c, \quad (1)$$

где, W_0 — расчетное значение ветрового давления (для Ростова-на-Дону $W_0 = 0,38$ кПа); $k(Z_e)$ — коэффициент, учитывающий изменение ветрового давления для высоты Z_e ; c — аэродинамический коэффициент ($c=2$);

$$k(Z_e) = k_{10} \left(\frac{Z_e}{10} \right)^{2\alpha} = 0,304 \quad (2)$$

Значения параметров k_{10} и α для городских территорий, лесных массивов и другой местности, равномерно покрытые препятствиями высотой более 10 м, равны $k_{10}=0,65$ и $\alpha=0,2$

$$W_m = 242,59 \text{ Па} \quad (3)$$

Полная ветровая нагрузка $F_{\text{ветр}}$ на солнечные батареи определяется по формуле:

$$F_{\text{ветр}} = W_m \cdot S = 362,67 \text{ Н} \quad (4)$$

(для пластины размером 1300 x 1150 мм)

$$F_{\text{ветр}} = 344,77 \text{ Н} \quad (5)$$

(для пластины размером 1200 x 1150 мм)

Для того, чтобы получить результаты прочности предложенной конструкции, ветровую нагрузку распределили перпендикулярно пластинам, т.к. при этом направлении нагрузки, она является максимальной.

Для рамы были использованы стальные трубы квадратного сечения 25×25×2 мм по ГОСТ 1050–88, сваренные между собой ручной дуговой сваркой по ГОСТ 5264–80. Рейка и шестерня изготавливаются из текстолита ПТК-20. Пластины, на которых крепятся солнечные батареи, выполнены из листов поликарбоната ПК-1 с размерами: две пластины 1150×1200×4 мм и одна пластина 1150×1300×4 мм.

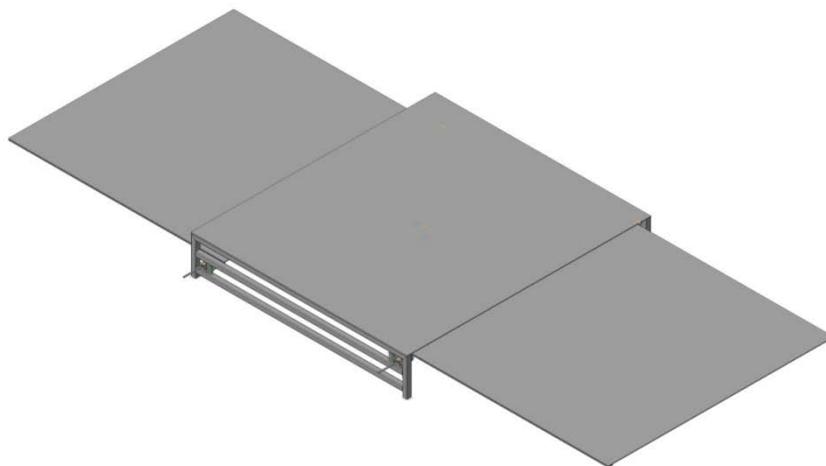


Рис. 6. Модуль солнечной батареи с изменяемой геометрией в раскрытом положении

В программном обеспечении «Компас 3D» был выполнен статистический расчет, расчет на устойчивость с помощью модуля прочностного конечно-элементного анализа APM FEM и получены следующие результаты (таблица №1).

Таблица №1

Инерционные характеристики модели

Наименование	Значение
Масса модели, [кг]	32,1
Центр тяжести модели, [м]	(0,001; – 0,031; 0,0004)
Абсолютное значение реакции, [Н]	697,4
Абсолютное значение момента, [Н·м]	6,8

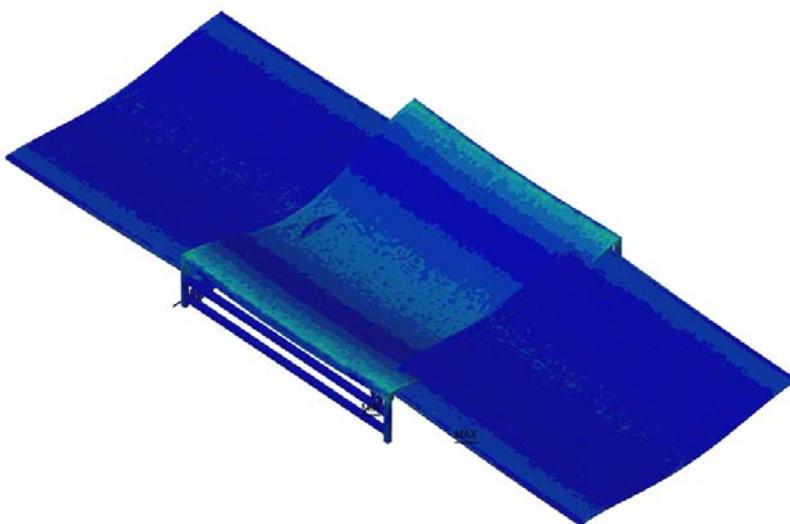
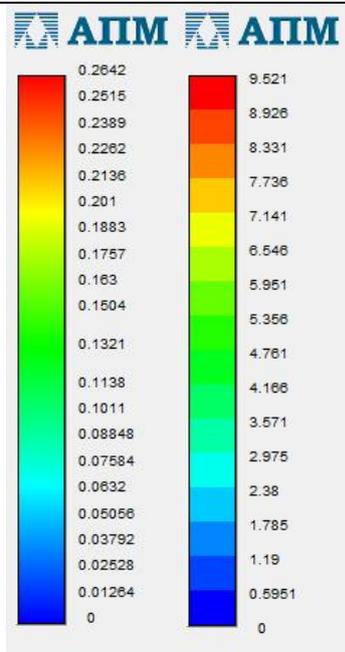


Рис. 7. Эквивалентное напряжение по Мизесу, (максимальное значение SVM=9,52 МПа)

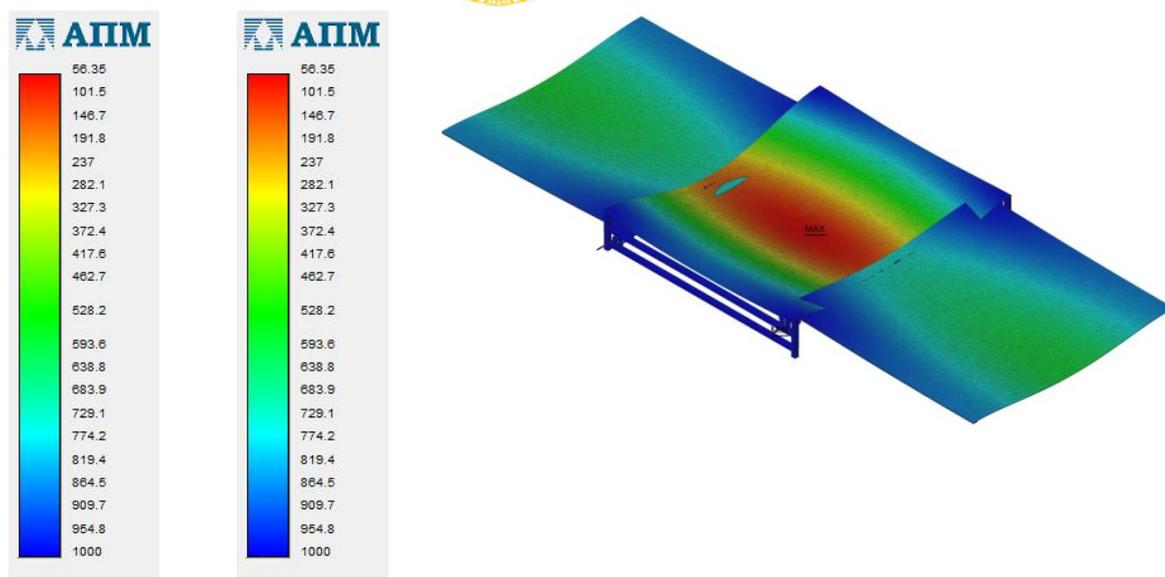


Рис. 8. Суммарное линейное перемещение (максимальное значение $USUM=0,26$ мм)

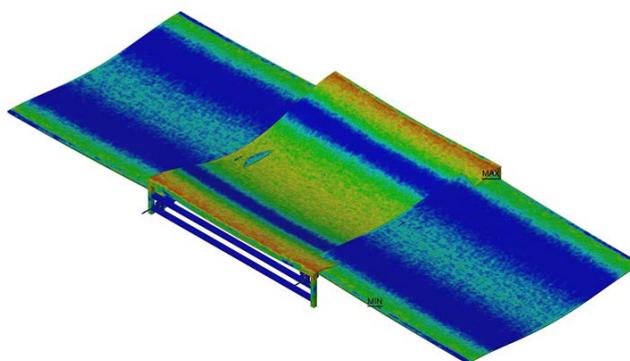


Рис. 9. Коэффициент запаса по прочности (минимальное значение запаса по прочности 56,35; по текучести 32,3)

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о том, что конструкция модуля солнечных батарей выдерживает ветровые нагрузки в соответствии с [3].

Заключение. В результате выполненной работы разработана и обоснована конструкция модуля солнечной батареи с изменяемой геометрией. Рассчитан механизм перемещения пластин с солнечными батареями, произведен расчет ветровых нагрузок на раскрытую конструкцию модуля солнечной батареи. Анализ показал, что данная конструкция модуля солнечной батареи многофункционального электромобиля выдерживает ветровые нагрузки в соответствии [3].

Библиографический список

1. Золотовский, А. В. Спортивный электромобиль / А. В. Золотовский [и др.] // Каталог XII Международного салона изобретений и новых технологий «Новое время–2016», 28–30 сентября 2016 г., Севастополь: «Аюмель», 2016. — С. 189–190.
2. Кукаркин, И. Д. Создание и прочностной расчет конструкции крепления солнечного модуля ФСМ 200П в системе Компас 3D [электронный ресурс] / И. Д. Кукаркин, К. А. Тимолянов // Молодой исследователь Дона. — 2016, №3(3). — Режим доступа: <http://mid-journal.ru/upload/iblock/c40/13-kukarkintimolyanov-174-.pdf> (дата обращения: 18.02.2018).
3. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85 [электронный ресурс] / Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. — Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200084848> (дата обращения 13.03.2018).