

РАСЧЕТНАЯ ОЦЕНКА РЕАКЦИЙ МНОГООСНОГО АВТОМОБИЛЯ С УЧЕТОМ КОНСТРУКЦИИ ПОДВЕСКИ

М.И. Абрамов

Приведены данные о результатах исследовательской работы по анализу и расчету нагруженности ходовой части многоосных автомобилей с различными конструктивными особенностями рессорной подвески. Результаты работы опробированы на многоосных автомобилях семейства «Урал».

Ключевые слова: многоосный автомобиль, конструкция подвески, нагрузка на ось, расчет реакций.

При проектировании автомобилей перед компоновщиком ставится задача предварительной расчетной оценки распределения веса автомобиля между осями колес. Особенно актуальна данная задача для многоосных грузовых автомобилей на этапе разработки технического проекта. При этом требуется на базе существующего двухосного автомобиля с рессорной подвеской создать многоосный автомобиль с минимальными конструктивными доработками.

Поскольку методика экспериментального определения осевых реакций подобных автомобилей на многих предприятиях не отработана, то существует задача определить статические реакции автомобиля расчетным способом.

Многоосный автомобиль, как систему с несколькими опорами, можно отнести к статически неопределимым. В частности, под статически неопределимыми системами можно рассматривать четырех и пятиосные автомобили с отдельной передней подвеской или с задним подкатным мостом.

Основными исходными данными для проведения расчета являются следующие величины:

M – полная и снаряженная масса автомобиля, кг;

$M_{гр}$ – масса перевозимого груза, кг;

m – масса неподрессоренных частей, кг ;

$C_{п}$ – жесткость подвески, Н/м;

$C_{ш}$ – жесткость шин, Н/м;

a – расстояние между осями, м;

b – расстояние от центра масс поддрессоренной части до базовой оси, м.

Представленную схему многоосного автомобиля (рис. 1) можно использовать для расчета реакций автомобиля с неограниченным числом

осей. На данной схеме представлены подрессоренная $G_{\text{подр}}$ и подрессоренные $G_{\text{ни}}$ части автомобиля, связанные упругими элементами подвески $C_{\text{ни}}$, действующие своим весом на опорную поверхность через упругие шины $C_{\text{ши}}$.

Как правило, грузовые автомобили типа «Урал» имеют зависимую рессорную подвеску (рис. 2 и 3). Конструктивно крепление рессор через кронштейны к раме имеет различное исполнение для передней оси, балансирной тележки и заднего подкатного моста [2, 3]. В связи с этим возникает необходимость учета положения упругой линии рессоры относительно базовой поверхности, например, верхней полки лонжерона.

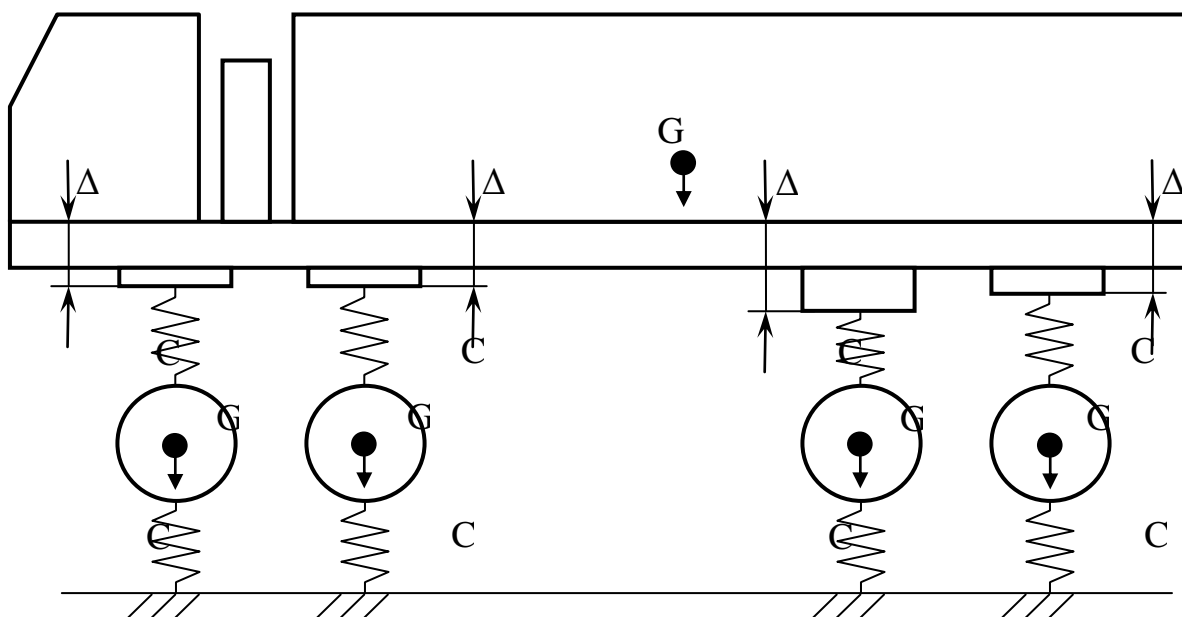


Рис. 1. Схема многоосного автомобиля

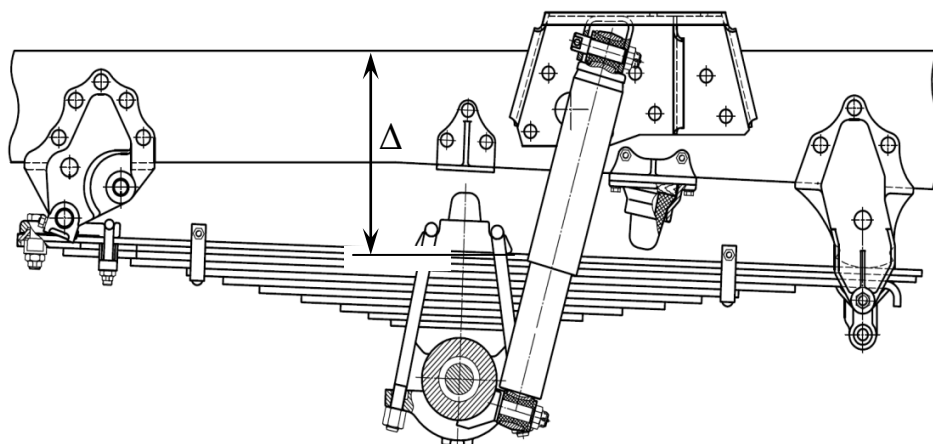


Рис. 2. Схема передней подвески

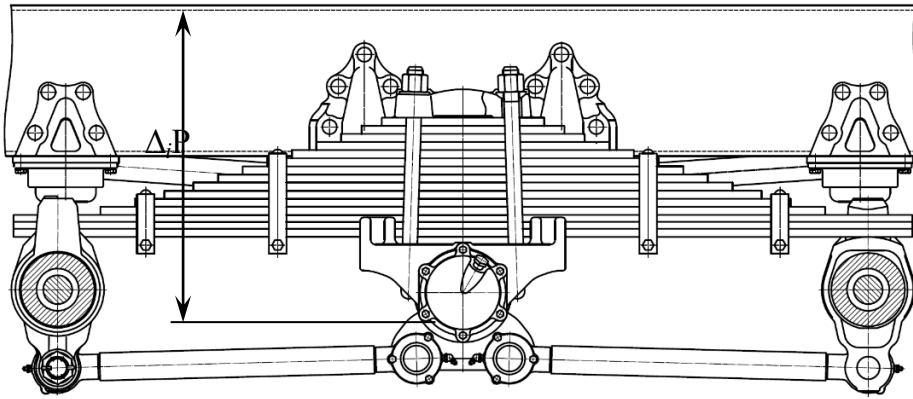


Рис. 3. Схема подвески балансирной тележки

Расчет опорных реакций основан на методике, изложенной в работе Аксенова [1]. Представляя подрессоренную часть как жесткую балку, и представляя жесткость подвески и шин одной оси как жесткость приведенной подвески, получаем расчетную схему нагружения ходовой части, представленную на рис. 4.

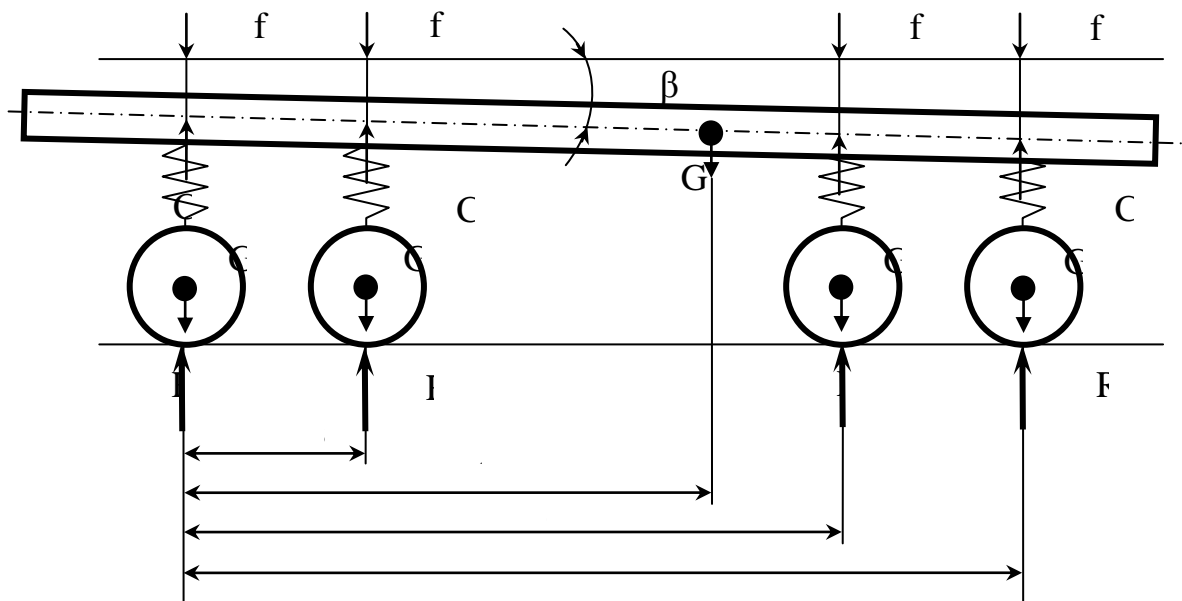


Рис. 4. Расчетная схема нагружения ходовой части

На основании расчетной схемы составляется система уравнений статического равновесия сил и моментов:

$$\begin{cases} \sum_1^n (R_i - G_{ni}) = G_{нодр}; \\ \sum_1^n (R_i - G_{ni}) \cdot a_i = b \cdot G_{нодр}, \end{cases} \quad (1)$$

где R_i – реакция опоры i -й оси, Н; a_i – расстояние между i -й и базовой осями, м; b – расстояние между центром тяжести поддрессоренной части и базовой осью, м.

Поскольку многоосный автомобиль является статически неопределимой системой, то для раскрытия статической неопределимости необходимо использовать дополнительные уравнения: уравнение упругих сил подвески и уравнение связи между деформациями этих подвесок.

Основным недостатком расчетной модели, приведенной в работе [1], является отсутствие учета предварительной деформации упругого элемента подвески. Этот аспект весьма актуален для рессорной подвески, так как на разных осях применяют различную конструкцию рессор и способ их закрепления, а, следовательно, получают различное предварительное поджатие. Уравнение упругих сил, учитывающие деформацию подвески и смещение начальной точки упругого элемента от базовой плоскости, имеет вид:

$$P_i = R_i - G_{ni} = C_i \cdot f_i + C_i \cdot \Delta_i, \quad (2)$$

где P_i – реакция в подвеске i -й оси, Н; C_i – приведенная жесткость i -й оси, Н/м; f_i – деформация приведенной подвески под действием упругой силы, м; Δ_i – смещение начальной точки упругого элемента от базовой плоскости, м.

Приведенная жесткость подвески i -й оси, учитывающая жесткость самой подвески и жесткость шин, определяется по формуле:

$$C_i = \frac{C_{ni} \cdot C_{ui}}{C_{ni} + C_{ui}}. \quad (3)$$

Уравнение связи между деформациями подвески имеет вид:

$$f_i = f_{\max} - \operatorname{tg} \beta \cdot a_i, \quad (4)$$

где β – угол продольного крена поддрессоренной части, град.

Подставляя выражения (2) и (4) в исходную систему уравнений (1) получим:

$$\begin{cases} \sum_1^n C_i \cdot (f_{\max} - \operatorname{tg} \beta \cdot a_i + \Delta_i) = G_{\text{нодр}}; \\ \sum_1^n C_i \cdot (f_{\max} - \operatorname{tg} \beta \cdot a_i + \Delta_i) \cdot a_i = b \cdot G_{\text{нодр}}. \end{cases} \quad (5)$$

Таким образом, получена математическая модель, позволяющая учитывать предварительное поджатие упругого элемента подвески. Важность данного аспекта подтверждает тот факт, что при экспериментальном определении опорных реакций на многоосных автомобилях «Урал» по методике Аксенова погрешность расчета составила 10–40 %. С учетом доработки методики расчета [4] погрешность составила 3–7 %.

На основе представленной методики разработана программа автоматизированного расчета весовых параметров для многоосных автомобилей с учетом выбора конструкции подвески.

Библиографический список

1. Аксенов, П.В. Многоосные автомобили: Теория общих конструктивных решений / П.В. Аксенов. – М.: Машиностроение, 1980. – 207 с.
2. Осепчугов, В.В. Автомобиль: Анализ конструкций, элементы расчета: учебник для студентов вызов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» / В.В. Осепчугов, А.К. Фрумкин. – М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.
3. Автомобили Урал с колесной формулой 4x4, 6x6 и их модификации: Руководство по эксплуатации 4320-3902036 РЭ. – Миасс: Изд-во «ОАО «Автомобильный завод «Урал», 2011. – 249 с.
4. Методика: Расчет статических реакций многоосного автомобиля / Инженерно-конструкторский центр, ОАО «Автомобильный завод «Урал». – Миасс: Изд-во «ОАО «Автомобильный завод «Урал», 2006. – 7 с.

[К содержанию](#)