

ударной силы $P_{уд.}$, действующей на автомобиль при краш — испытании на фронтальный удар по стандарту EURO – NCAP. В этом случае $q = 48000$. В то время как при соударении на скорости 200 км/ час $q = 4$.

Эти оценки весьма приблизительны, так как при ударном воздействии гофры испытывают большие пластические деформации и значение амплитуды ударной силы, приводящей к уменьшению пролета гофров до $t_{01} = 1$ мм, очень сильно снижается

С помощью метода МКЭ и редактора «Ansys» нами получено решение задачи сжатия пакета в случае проскальзывания всех гофров пакета с учетом его пластической деформации. Эти результаты здесь не обсуждаются.

Библиографический список

1. Патент на полезную модель №78463 РФ. МПК В60R 19/00. Защитное устройство повышающее безопасность водителя и пассажиров при аварии автомобиля / И.Д. Эскин, Р.И. Алкеев. - Оpubл. 10.07.2008. Бюл.№33

2. Патент на полезную модель №79845 РФ. МПК В60R 19/00. Защитное устройство повышающее безопасность водителя и пассажиров при аварии автомобиля / И.Д. Эскин, Р.И. Алкеев. - Оpubл. 15.09.2008. Бюл.№2

3. Патент на полезную модель №82171 РФ. МПК В60R 19/00. Пенальное защитное устройство для повышения безопасности водителя и пассажиров при аварии автомобиля / И.Д. Эскин, Р.И. Алкеев. - Оpubл. 20.04.2009. Бюл.№11

4. Патент на полезную модель №84791 РФ. МПК В60R 19/00. Устройство повышающее уровень защиты от травматизма водителя и пассажиров / И.Д. Эскин, Р.И. Алкеев. - Оpubл. 20.07.2009. Бюл.№20

5. Эскин, И.Д. О циклическом сжатии многопролетного гофрированного пакета пластин / И.Д.Эскин, В.И. Иващенко // Депонированная рукопись № 8050-1385 от 21.11.19885 Реферат опубликован в библиографическом указателе ВИНТИ «Депонированные рукописи», 1986 г., № 2, б/о 570, с.107.

УДК 620.179.101

ФРОНТАЛЬНЫЙ УДАР ПРИ СТОЛКНОВЕНИИ АВТОМОБИЛЯ С УПРУГИМ ПРЕПЯТСТВИЕМ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КРАШ — ИСПЫТАНИЙ

Эскин И.Д., Алкеев Р.И.

Самарский государственный аэрокосмический университет

FRONTAL IMPACT AT A COLLISION OF AN AUTOMOBILE WITH A DAMPING OBSTACLE IN A CRUSH TEST

Eskin I.D., Alkeev R.I. Samara State Aerospace University. We have theoretically solved the problem of a frontal impact of an automobile equipped with a structural damping bumper device upon a damping obstacle in a crush test. We have studied the two first swing range values of a system “damping obstacle – bumping device - automobile”. The solution of the problem is received in a closed cycle; peak force values acting on an automobile and its displacement, and period of each swing range value are evaluated from analytic relations.

Целью работы является создание простой методологии, которая даже в случае отсутствия МКЭ (конечноэлементной) — модели автомобиля позволяла при наличии не-

которой «опорной» (термин введен авторами) упругопластической характеристики автомобиля, определенной экспериментально в процессе краш — испытаний автомо-

бия, определить расчетным путем требуемые параметры бамперного защитного устройства.

Нами предложен способ проведения краш — испытаний автомобиля на фронтальный удар, позволяющий определить «опорную» характеристику автомобиля. Это предложение находится на рассмотрении Роспатента.

Так как у нас нет возможности проведения краш — испытаний ввиду отсутствия денежных средств на изготовление опытного образца бамперного защитного устройства, покупку двух автомобилей, подготовку этих автомобилей к краш — испытаниям и проведение этих испытаний, нам не известен точный вид « опорных» характеристик автомобилей и не возможно оценить уровень пассивной безопасности автомобиля с предложенными защитными устройствами в баллах по стандарту EURO – NCAP или количеством звезд по стандарту NCAP.

Но доказать теоретически высокую эффективность предложенных защитных устройств для повышения уровня пассивной безопасности автомобиля возможно.

Краш — испытания на фронтальный удар производятся при постоянной скорости соударения автомобиля с препятствием, задаваемой стандартом, и диапазон изменения темпа ударного нагружения легковых автомобилей при краш — испытаниях таков, что не оказывает заметного влияния на их «опорные» характеристики. Поэтому «опорная» характеристика автомобиля при краш — испытаниях в этой работе представлена в виде зависимости $P(y)$, где P — текущее значение ударной силы, действующей на автомобиль, y — текущее значение деформации автомобиля, и аппроксимирована полигоном. Причем разработанная методология пригодна при любом числе сторон аппроксимирующего полигона.

Ожидаемый качественный характер «опорной» характеристики автомобиля представлен на рис. 1, где 1, 2, 3 участки, на которых происходит ударное нагружение автомобиля на первом размахе системы «упругое препятствие — бамперное защитное устройство — автомобиль», 1 — участок, на котором автомобиль упруго деформируется, 2 — участок, на котором упругопластически

деформируются легко сминаемые при ударе детали передка автомобиля (бамперное устройство установлено впереди автомобиля), 3 — участок, на котором в основном упруго (возможны и небольшие пластические деформации) деформируются «жесткие» детали автомобиля, 4 — участок, на котором происходит упругая разгрузка автомобиля на втором размахе системы.

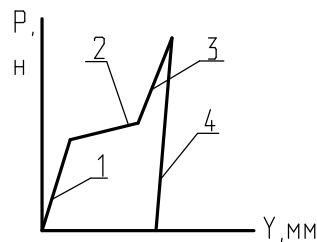


Рис.1. «Опорная» характеристика автомобиля

Предложенные защитные устройства относятся к системам конструкционного демпфирования, которые рассеивают кинетическую энергию удара за счет работы сил сухого трения на упругих взаимных смещениях на контактных поверхностях устройства, и следовательно, их упругогистерезисные характеристики не зависят от темпа их деформирования.

Ввиду относительно небольшой величины стандартной скорости автомобиля при краш — испытаниях и того, что все детали, включая и упругогистерезисный элемент, бамперного защитного устройства изготовлены из металла, принято допущение о возможности использования при рассмотрении ударного воздействия на автомобиль процессов загрузки бамперного защитного устройства с пластическим деформированием его деталей, найденных в статике.

Принятие этого допущения позволяет распространить разработанную методологию и на случай, когда детали бамперного устройства при ударном воздействии испытывают упругопластические деформации.

В настоящей работе мы ограничились рассмотрением только случая упругих деформаций упругогистерезисного элемента бамперного устройства.

Кроме того, принято, что при краш — испытаниях в начальный момент соударения автомобиля с препятствием ускорение автомобиля равно нулю.

Принятие описанных допущений позволило построить расчетную модель краш — испытаний автомобиля с предложенным бамперным защитным устройством на фронтальный удар в виде системы с одной степенью свободы, в которой последовательно соединены упругое препятствие с жесткостью C , бамперное защитное устройство, выполненное в виде последовательно соединенных двусторонних упругогистерезисных упоров и автомобиль, схематизированный упругогистерезисным элементом с «опорной» характеристикой и суммарной массой, равной сумме масс автомобиля, защитного устройства и манекенов водителя и переднего пассажира.

Процессы ударного воздействия описываются уравнением:

$$M\ddot{q} + Q(q) = 0 \quad (1)$$

при начальных условиях ($d=1, k=1, t=0$):

$$\begin{cases} q_{kd}(t) = q_{11}(0) = 0; \\ \dot{q}_{kd}(t) = \dot{q}_{11}(0) = V, \end{cases} \quad (2)$$

где d — номер размаха, t — время, k — номер этапа загрузочного процесса, M — суммарная масса, $q(t)$ — смещение суммарной массы, Q располагались в точках, где качественно менялось физическое состояние каждого двустороннего упора — проскальзывала очередная вершина гофра многослойных, многопролетных, гофрированных пакетов, составляющих этот упор, или резко менялась жесткость упора из — за эффекта «уплощения» вершин гофров, или же в точках расположения интерполяционных узлов «опорной» характеристики автомобиля. Для каждого размаха координаты интерполяционных узлов предварительно вычислялись с учетом начальных условий размаха, причем на первом размахе учитывалось начальное состояние бамперного защитного устройства (после сборки), характеризующее силой натяга F_n , действующей на каждый гофрированный пакет, и его деформацией Y_n (натягом).

Решение уравнения (1) определялось с помощью теоремы об изменении кинетической энергии и получено в замкнутом виде, т. е. время каждого размаха или его любого k — ого этапа, амплитудное значение силы Q_{0d} и амплитуда смещения q_{0d} массы M определяются из аналитических выражений.

— восстанавливающая сила, действующая на массу M ,

$$Q = -F,$$

где F — сила, действующая на каждый из последовательно соединенных упругогистерезисных элементов системы, V — скорость, с которой при краш — испытаниях на фронтальный удар автомобиль бамперным устройством ударяется в упругое препятствие.

Смещение массы M

$$q_{kd}(t) = Y_{ykd} + \tilde{Y}_{kd} \cdot n + Y_{yka},$$

где Y_{ykd} — деформация упругого препятствия, \tilde{Y}_{kd} — полное приращение деформации каждого двустороннего упора бамперного защитного устройства, n — число многослойных, многопролетных, гофрированных пакетов во фронтальном зазоре между корпусом устройства и бампером, Y_{kda} — деформация автомобиля на d — ом размахе ($d = 1, 2$ - в работе рассмотрены два первых размаха системы), k — ом этапе процесса загрузки системы при ударном воздействии.

Зависимость $Q(q)$ на каждом размахе также аппроксимировалась полигоном, интерполяционные узлы которых

На втором размахе процессы загрузки нагружаемых и разгружаемых пакетов включают этапы, на которых происходит постепенное отслоение вершин гофров и их проскальзывание относительно контактных поверхностей. Причем физические состояния (число проскользнувших вершин) в один и тот же момент времени нагружаемых пакетов может отличаться от физического состояния разгружаемых. В работе рассмотрены все возможные случаи сочетаний этих состояний на втором размахе системы. Случай возможного отскока автомобиля от упругого препятствия на втором размахе не рассматривался.

Решение задачи построено в безразмерных критериальных координатах и может быть использовано для определения эффективности постановки на автомобиль защитных устройств с конструкционным демпфированием и определения требуемых конструктивных параметров этих устройств даже в случае отсутствия МКЭ — модели автомобиля.