

УСЛОВИЯ РАБОТЫ МОБИЛЬНЫХ ДВС В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

О.Д. Черепов

В статье рассматриваются причины появления массовых сил в процессе взаимодействия с поверхностью пути и их влияние на характеристики процесса в двигателях с внешним смесеобразованием.

Ключевые слова: ДВС, смесеобразование, колебания, вибрация.

Смесеобразование в ДВС мобильных машин происходит под действием аэродинамических сил, определяемых скоростным режимом двигателя и под воздействием внешних сил, возникающих в результате взаимодействия с профилем местности (дороги).

Воздействие аэродинамических сил достаточно хорошо исследовано в работах отечественных и зарубежных авторов [1, 11 и др.]

Менее изучено воздействие внешних (массовых) сил.

Действие массовых сил отражается на работе аппаратуры смесеобразования (изменение уровня топлива в поплавковой камере) и распределении смеси по цилиндрам, причем воздействие происходит, как на смесь находящуюся в распыленном состоянии в виде капель, так и находящуюся в виде пленки.

Они также как и аэродинамические, воздействуют на процесс смесеобразования.

Причины возникновения этих сил рассматриваются в работах отечественных и зарубежных исследователей.

Изучению вопросов колебаний и вибраций машин при движении посвятили работы Гячев Л.В., Корчемный Л.В., Латышев Г.В., Минкин Л.М., Певзнер Я.М., Ротенберг Р.В., Силаев А.А. и другие исследователи. [4, 5, 6, 7, 10].

Из иностранных исследований нельзя не отметить монографию М.Г.Беккера [3].

В этой работе излагаются методы анализа системы «машина - местность» применительно к проходимости машин на местности. Используемая математическая модель, базирующаяся на основных закономерностях взаимодействия движителя с грунтом и учетом конструктивных факторов машины, позволяет анализировать возникающие в процессе движения колебания и вибрации и, следовательно, пригодна для решения поставленной задачи.

Воздействие колебаний и вибраций на двигатель зависит от расположения последнего.

Работающий двигатель может размещаться на транспортируемом прицепе (например, передвижные электростанции, используемые для энергоснабжения санных поездов, различные прицепные машины, сварочные агрегаты, компрессоры и др.).

Возникающие в этом случае колебания могут оказывать существенное влияние на процесс смесеобразования и требуют анализа.

Изучением таких колебательных процессов применительно к различным случаям движения (прямолинейное при различных скоростях, поворот и др.) занимались Гячев Л.В. [4], и другие исследователи.

Гячев Л.В. рассмотрел условия возникновения и характер возникающих колебаний в плоскости движения.

Период колебаний в самом общем случае

$$T_{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{k_{\omega}^2 - n_c^2}}, \quad (1)$$

где n_c - коэффициент сопротивления,
 k_{ω} - частота свободных колебаний.

Декремент затухания колебаний

$$D = e^{-\frac{n_{\omega}\pi}{\sqrt{k_c^2 - n_{\omega}^2}}}. \quad (2)$$

Определить вид движения (колебательное или аperiodическое) можно по критерию

$$\chi = \frac{n_{\omega}^2}{k_c^2}. \quad (3)$$

При $k_c > n_{\omega}$ - движение аperiodическое (возникающие колебания затухают). При малых значениях χ (мало сопротивление движению, велика скорость) колебания близки к свободным с периодом

УСЛОВИЯ РАБОТЫ МОБИЛЬНЫХ ДВС В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

$$T_n = 2\pi \sqrt{\frac{m_1 \rho_1^2}{R_1 d_1}}, \quad (4)$$

где m_1 - масса,

ρ_1 - радиус инерции относительно оси центра тяжести,

R_1 - сила сопротивления движению,

d_1 - расстояние от точки прицепа до центра сопротивления.

Численный анализ выражений (1 - 4) показывает, что возникающие колебания либо быстро прекращаются ($D = 0$), либо их параметры ($T = 0,1..1$; $j \ll g$) лежат за пределами области влияния, на процесс смесеобразования.

В случае автомобильного двигателя, при движении по стандартным радиусам скруглений загородных шоссе, происходит снижение скорости, и возникают ускорения.

На рисунке 1 приведена типичная осциллограмма рассматриваемого процесса [2]. Подсчеты показывают, что средняя величина ускорений (массовых сил, отнесенных к единице массы) составляет около 0,1g.

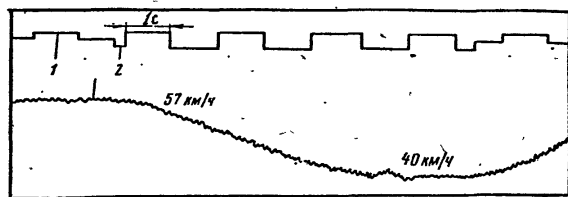


Рисунок 1- Снижение скорости на повороте стандартного радиуса [2]

В работе В.Ф. Бабкова отмечается, что при движении по дороге происходит колебание автомобиля в вертикальной плоскости со средним периодом

$$T = 2\pi \sqrt{M/K}, \quad (5)$$

где M - масса неподрессоренной части машины,

K - коэффициент жесткости рессоры.

При скорости движения V км/час на дороге образуются выбоины на расстоянии l метров друг от друга. Расстояние l может быть вычислено по зависимости

$$l_1 = \frac{2\pi}{3,6} \sqrt{M/K}. \quad (6)$$

Подсчеты при средних значениях величин дают 2,5...3,5 м, что хорошо совпадает с результатами наблюдений.

В работе Беккера [3] отмечается, что при многократных проходах машины профиль

колеи изменяется, что приводит к появлению поперечных сил. Рисунок 2.

Неровности поверхности, влияющие на вибрации и перемещения, могут быть описаны методами теории вероятности и, в частности, функцией спектральной плотности. [3]

При движении, например, почвообрабатывающих, транспортирующих и других с.х. машин, следует учитывать пространственный характер неровностей. Функцию спектральной плотности, описывают в единицах пространственной частоты Ω (радиан на длину), а не в единицах временной частоты (рад/сек).



Рисунок 2 - Глубина колеи после 30 проходов транспортной машины в жирной глине

$$Sg(\Omega) = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{2\pi x} \left| \int_{-x}^x h(x) e^{-i\Omega x} dx \right|^2, \quad (7)$$

где $h(x)$ - высота неровностей,

x - расстояние.

Учитывая связь корреляционной функции и функции спектральной плотности преобразованиями Фурье [3].

$$S(\Omega) = \frac{2}{\pi} \int_0^\infty R(x') \cos \Omega x' dx', \quad (8)$$

$$R(x') = \int_0^\infty Sg(\Omega) \cos \Omega x' d\Omega, \quad (9)$$

для данной $R(x')$ может быть определена функция $Sg(\Omega)$. Если $x'=0$, то $R(x')=R(0)$ и

$$h^{-2}(x) = S^2 = \int_0^\infty Sg(\Omega) d\Omega. \quad (10)$$

Здесь S^2 - среднеквадратические отклонения неровностей. Неровности дорог, обычно, оценивают методом энергетического спектра (Певзнер Я.М., Пархиловский И.Т., Тихонов А.А. и др.) [6,8,10].

При установившемся движении основным воздействием, возбуждающим колебания транспортного средства и отдельных его агрегатов, являются дорожные неровности, определяемые ее микропрофилем. Характеристикой микропрофиля является спектраль-

ная плотность, представляемая в виде полинома [6,8 и др.].

$$Sx(\omega) = DxSo(\omega) = \frac{2Dx}{\pi} \sum_{i=1}^n \frac{A_i \alpha_i (\omega^2 + \alpha_i^2 + \beta_i)}{(\omega^2 + \alpha_i^2 + \beta_i^2)^2 + 4\alpha_i^2 \beta_i^2}, \quad (11)$$

где $Sx(\omega)$ - нормированная спектральная плотность;

Dx - дисперсия ординат микропрофиля;

α_i, β_i, A_i - коэффициенты;

$$\sum_{i=1}^n A_i = 1.$$

Значения коэффициентов приводятся в литературе. Полученные уравнения могут быть аппроксимированы выражением

$$\bar{S}x(\omega) = a\omega^{-b}, \quad (12)$$

где a и b - коэффициенты.

Характер микронеровностей имеет определяющее значение при оценке колебаний силового агрегата, но они зависят также и от характеристик подвески, ее конструктивных особенностей, массы двигателя и другого.

В работе Тольского В.Е., Корчемного Г.В., Латышева Г.В., Минкина Л.М. [10] излагается методика расчета характеристик колебательного процесса силового агрегата с учетом дорожных неровностей и характеристик подвески

Из всех воздействий местности на процесс смесеобразования (дозирования), наибольший практический интерес представляют колебания, вызываемые микронеровностями профиля, т.к. именно они относятся к постоянно действующему и наиболее значимому фактору.

Движения по радиусам и колебания в горизонтальной плоскости (рыскания) практически не оказывают влияние на смесеобразование, вследствие их относительной кратковременности или малости.

Наибольшее влияние на процесс смесеобразования оказывают силы, действующие вдоль продольной оси двигателя. Они приводят к перераспределению смеси по цилиндрам двигателя; меняется и среднее значение коэффициента избытка воздуха

Обработка данных, приводимых в работе [11] показала, что оценить изменения коэффициента избытка воздуха приближенно

можно по зависимости:

$$a = a_{исх} + 0,0171j,$$

где a - коэффициент избытка воздуха при действии j ,

j - сила, отнесенная к единице массы,

$a_{исх}$ - исходный коэффициент избытка воздуха.

При $a_{исх} = 0,95$ погрешность не превышала 3%

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев, В.И. Смесеобразование в карбюраторных двигателях/ В.И. Андреев, Я.В. Горячий, К.А. Морозов, Б.Я. Черняк //М.: Машиностроение, 1975.-176с.
2. Бабков, В.Ф. Автомобильные дороги/ В.Ф. Бабков// -М.: Транспорт, 1983.-280с.
3. Беккер, М.Г. Введение в теорию систем местность-машина/ М.Г. Беккер// -М.: Машиностроение, 1973.-520с.
4. Гячев, Л.В. Динамика машино-тракторных и автомобильных агрегатов/ Л.В. Гячев// Изд. Ростовского университета, 1976. -192с.
5. Тольский, В.Е. Колебания силового агрегата автомобиля /В.Е. Тольский, Л.В. Корчемный, Г.В. Латышев и др. -М.: Машиностроение, 1976. -266с.
6. Пархилковский И.Г., Спектральная плотность распределения неровностей микропрофиля дорог / И.Г. Пархилковский /Автомоб. пром-сть. -1961. -№10.
7. Ротенберг Р.В., Основы надежности системы водитель - автомобиль - дорога - среда. Р.В. Ротенберг// М.: Машиностроение, 1986. -216с.
8. Силаев, А.А. Спектральная теория подпрессоривания транспортных машин/ А.А. Силаев// -М.: Машиностроение, 1972. -192с.
9. Карастелев, Б.Я. Исследование устойчивости пленок жидкости при взаимодействии со спутным потоком газа в элементах энергетических установок: Автореф. дисс... к.т.н. -Владивосток, 1975. -24с.
11. Mu11er Herbert. Gemischbildung und Gemischverteilung bei Ottomotoren mit Vergaserbetrieb. Motortechn. Z. 1967, 28, №8 313-319 /Э.И. ПГД 1967, 48 Реф. 336. Смесеобразование и распределение смеси по цилиндрам в карбюраторных двигателях.

Черепов О.Д., д.т.н., проф., кафедра «Теплогоснабжение и вентиляция» АлтГТУ им. И.И. Ползунова, тел.: 8(3852) 29-08-01.