

## ДИНАМИКА ПЕРЕЕЗДА ЕДИНИЧНОЙ НЕРОВНОСТИ ДВУХЗВЕННОЙ ПОГРУЗОЧНО-ТРАНСПОРТНОЙ МАШИНОЙ

Dynamics of crossing of individual roughness two-section loading-transport machine,

Движение двухзвенной погрузочно-транспортной машины по лесосеке сопровождается преодолением различного рода пороговых неровностей, таких, как пни, валежник, порубочные остатки, что вызывает значительное изменение сопротивления движению и нагружает трансмиссию транспортного средства.

При рассмотрении наиболее часто встречающихся в процессе эксплуатации макронееровностей как функций возмущающего воздействия на колеса машины можно выделить наиболее характерные следующего вида (рис. 1).

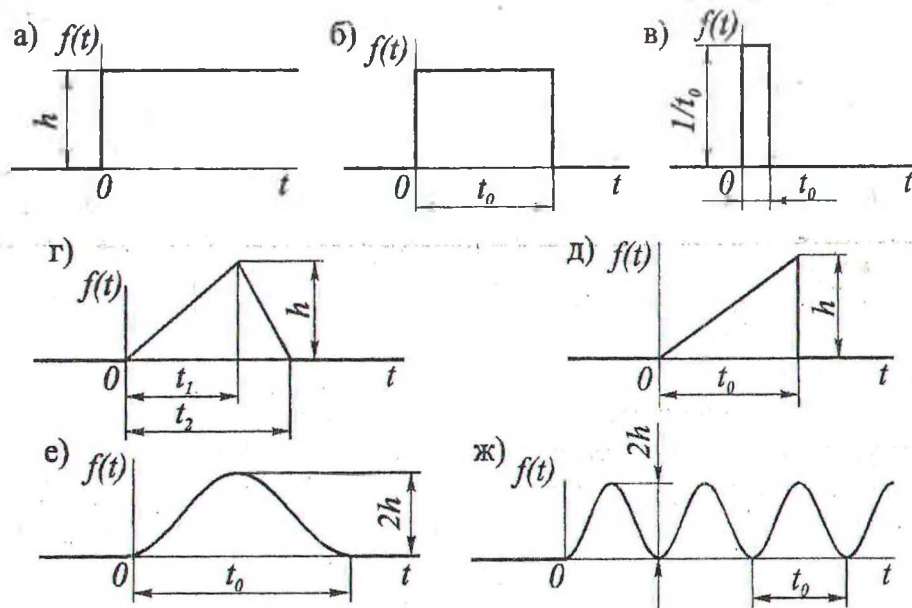


Рис. 1. Наиболее характерные функции возмущающего воздействия макронееровности лесосеки

Функция времени, изображенная на рис. 1, а записывается в виде [1]

$$f(t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t < 0, \\ h & \text{при } t > 0. \end{cases}$$

Функция, приведенная на рис. 1, б, представляет момент, нагружающий трансмиссию от непродолжительного обрывающегося воздействия на колеса. Ее аналитическая форма имеет вид

$$f(t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t < 0, \\ h & \text{при } 0 < t < t_0, \\ 0 & \text{при } t > t_0. \end{cases}$$

Особый интерес представляет эта функция в том случае, когда на нее накладывается условие (рис. 1, в)

$$h = \frac{1}{t_0}.$$

В пределе, при  $t \rightarrow 0$ , т. е. когда физический смысл ее может быть выражен как действие бесконечно большого момента, в течение бесконечно малого времени, но так, чтобы

импульс его был равен  $s = \int M(t)dt = 1$ , эта функция превращается в известную единичную импульсную функцию, или  $\delta$ -функцию.

Для случая, показанного на рис. 1, г,

$$f(t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t < 0, \\ \frac{h}{t_0} & \text{при } 0 < t < t_0, \\ 0 & \text{при } t > t_0; \end{cases}$$

соответственно рис. 1, д,

$$f(t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t < 0, \\ \frac{h}{t_0 t} & \text{при } 0 < t < t_0, \\ -\frac{h}{t_2 - t_1} & \text{при } t_1 < t < t_2, \\ 0 & \text{при } t > t_2. \end{cases}$$

Для одной обособленной синусоиды (рис. 1, е)

$$f(t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t < 0, \\ h \cdot (1 - \cos 2 \cdot \pi \cdot t / t_0) & \text{при } 0 < t < t_0, \\ 0 & \text{при } t > t_0. \end{cases}$$

Непрерывная синусоида (рис. 1, ж) задает наиболее общий случай, когда внешнее возмущающее воздействие, приложенное к массе колес, является гармоническим.

Важность этого случая объясняется тем, что воздействие любой другой формы можно описать по теореме Фурье конечным или бесконечным рядом гармонических слагаемых, а расчет на каждое воздействие дает независимые реакции системы, которые складываются в общую реакцию системы на воздействие произвольной формы. Аналитическое выражение этой функции имеет вид

$$f(t) = \begin{cases} 0 & \text{при } t < 0, \\ h \cdot (1 - \cos 2 \cdot \pi \cdot t / t_0) & \text{при } t > 0. \end{cases}$$

При движении через достаточно высокие пороговые неровности на колесах образуется горизонтальная составляющая реакции дороги. В этом случае особенно эффективно проявляется сглаживающая способность пневматической шины, состоящая в том, что при наезде колеса на неровность горизонтальная реакция нарастает медленно. Чем круче неровность, тем больше смятие шины.

На рис. 2 показано, что равнодействующая  $P_i$  в общем случае направлена не к центру колеса. Раскладывая ее на составляющие  $P_T$  и  $P_N$ , нетрудно убедиться, что при радиальном смятии шины тангенциальная составляющая реакции нарастает постепенно. По мере увеличения смятия шины увеличивается и продвижение колеса до момента, когда горизонтальная составляющая реакции достигает своей максимальной величины. Вместе с тем уменьшается угол, образованный вертикалью, проходящей через ось колеса, и направлением реакции дороги, проведенным через грань неровности.

Переезд единичной неровности осуществлялся при включенном приводе колес переднего моста и прицепа. На графике явно видны всплески величины крутящего момента, соответствующие переезду неровности всеми колесами. Максимального значения 6,3 кНм

крутящий момент на задней полуоси трактора достигает в момент переезда неровности колесом прицепа.

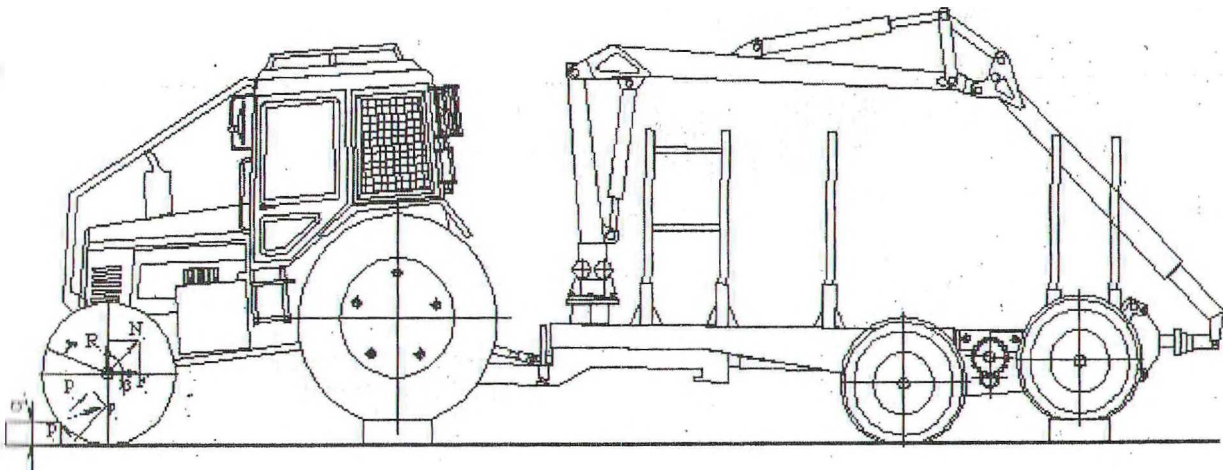


Рис. 2. Схема переезда единичной неровности двухзвенной погрузочно-транспортной машиной

Процесс переезда единичной неровности двухзвенной погрузочно-транспортной машиной МПТ-461 исследован экспериментально в период проведения испытаний. На рис. 3 приведена зависимость изменения величины крутящего момента на задней левой полуоси тягового трактора при переезде единичной неровности высотой 0,12 м и шириной 0,18 м двухзвенной погрузочно-транспортной машиной передним и задним ходом.

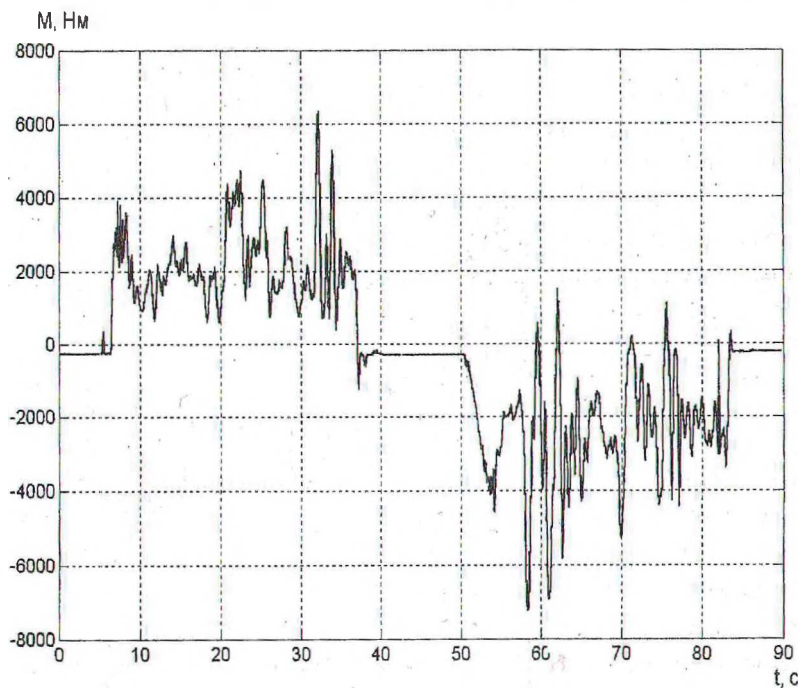


Рис. 3. Зависимость изменения величины крутящего момента на задней левой полуоси тягового трактора машины МПТ-461 при переезде единичной неровности

На рис. 4 приведена зависимость изменения величины крутящего момента на левом приводном ролике прицепа для тех же условий. Максимальное значение величины крутящего момента на приводном ролике осей прицепа в этом случае составляет 125 Нм. Из-за более низкой чувствительности датчика крутящего момента приводного ролика прицепа кривая имеет высокочастотные составляющие, что не позволяет провести качественную

оценку изменения величины крутящего момента на приводном ролике прицепа в процессе переезда неровности.

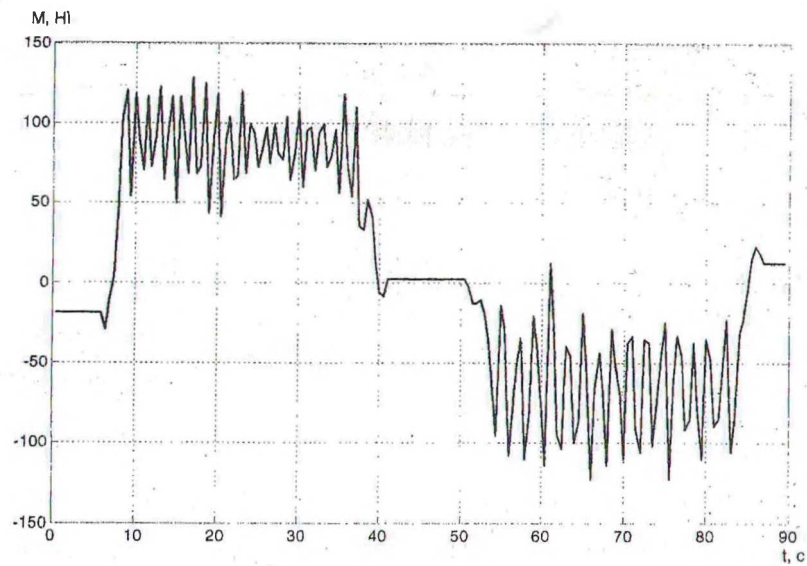


Рис. 4. Зависимость изменения величины крутящего момента на левом приводном ролике осей прицепа при переезде единичной неровности машиной МПТ-461

На рис. 5 приведена зависимость изменения скорости движения машины при переезде единичной неровности машиной МПТ-461.

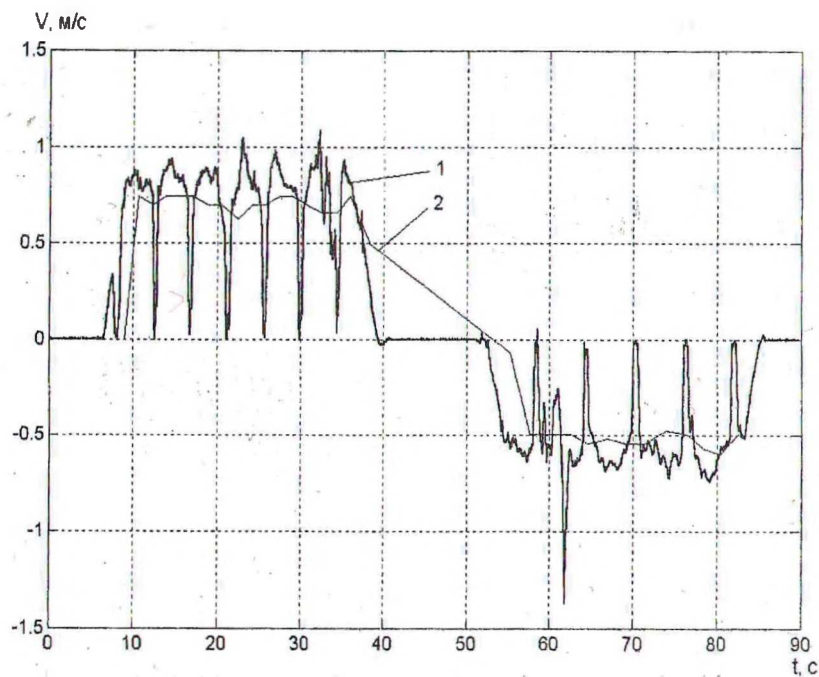


Рис. 5. Зависимость изменения скорости движения машины при переезде единичной неровности, рассчитанная по данным датчика угла поворота колеса прицепа (1) и дискретного датчика оборотов заднего колеса трактора (2)

На кривой (1) изменения скорости движения машины хорошо зафиксирован момент съезда колеса прицепа с пороговой неровности, а также обозначен каждый оборот этого колеса, кривая (2) дает лишь общие сведения об изменении скорости движения машины, по ней невозможно определить моменты начала движения и остановки машины.

При увеличении высоты пороговой неровности значение максимального крутящего момента, наблюдаемого при переезде неровности двухзвенной погрузочно-транспортной машины, увеличивается. Так, на рис. 6 приведены зависимости изменения величины крутящего момента в процессе переезда машиной МПТ-461 единичной неровности высотой 0,18 м.

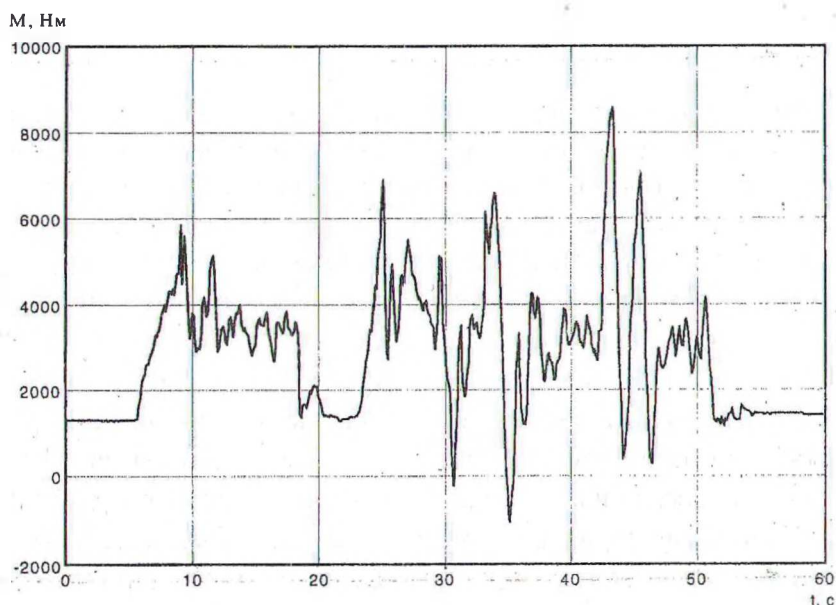


Рис. 6. Зависимость изменения величины крутящего момента на задней левой полуоси тягового трактора

Сравнивая зависимости, приведенные на рис. 5 и рис. 6 видим, что, при переезде единичной неровности высотой 0,18 м двухзвенной погрузочно-транспортной машиной МПТ-461 крутящий момент на полуоси тягового трактора достигает максимального значения 8,5 кН·м в момент времени переезда этой неровности задним колесом прицепа.

Приведенные экспериментальные данные позволяют исследовать процесс переезда единичной пороговой неровности двухзвенной погрузочно-транспортной машины, а также оценить нагруженность ее трансмиссии.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шупляков В.С. Колебания и нагруженность трансмиссии автомобиля. — М.: Транспорт, 1974. — 327 с.