

стрелы; стрела и ковш имеют угловое перемещение в вертикальной плоскости под действием указанных цилиндров; штоки цилиндров 5 шарнирно связаны непосредственно со стрелой, а штоки цилиндров 6 – с ковшом через рычажную систему 2, 4.

**5. Выводы.** Разработана кинематическая модель погрузочно-экскаваторного оборудования в соответствии со стандартами: СТБ ИСО 7131-2001; SAE J49 Revised APR80. Для погрузочного оборудования: максимальная высота разгрузки ковша по режущей кромке при угле разгрузки  $45^\circ$  2686 мм, вылет кромки ковша при максимальной высоте разгрузки 825 мм. Для экскаваторного оборудования: наибольшая кинематическая глубина копания 4513 мм; наибольшая высота выгрузки 3878 мм по СТБ ИСО 7131-2001 и 3564 по SAE J49 Revised APR80.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Беркман И. Л. Одноковшовые экскаваторы и самоходные краны с гидравлическим приводом. М.: «Машиностроение». – 1971. 304 с. 2. СТБ ИСО 7131-2001. 3. SAE J49 Revised APR80. 4. Крикун В. Я., Манасян В. Г. Расчёт основных параметров гидравлических экскаваторов с рабочим оборудованием обратная лопата. Москва: «Ассоциация строительных вузов». – 2001. 103 с. 5. Базанов А. Ф., Забегалов Г. В. Самоходные погрузчики М.: «Машиностроение». – 1979. 406с.

УДК 621.825.5

*Николаев В.А., Дворянчиков Д.А.*

## ВЛИЯНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ДИНАМИЧЕСКОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИВОДА МАШИННОГО АГРЕГАТА

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь*

Наиболее объективной оценкой эффективности ограничения максимальных динамических нагрузок является коэффициент динамичности муфты  $K_D$  в самом тяжелом режиме нагружения привода – жестком стопорении.

Задавая в качестве исходных данных различные угловые скорости вращения ведомого вала  $\omega$  перед моментом резкого его стопорения, получаем кривые изменения крутящего момента по времени (рис.1).

Каждая кривая дает величину максимального крутящего момента в зависимости от скорости его нарастания  $V_{Ti}$ , которая получается как результат деления номинального момента  $T_{ном}$  на время  $t_{Hi}$ , в течение которого происходило нарастание крутящего момента от 0 до  $T_{ном}$ .

$$V_{Ti} = \frac{T_{ном}}{t_{Hi}} \quad (1)$$

Как видно из графика (рис.1),  $V_{Ti}$  есть тангенс угла наклона каждой кривой в начале координат.

Имея максимальные значения крутящих моментов  $T_{max}$  при различных скоростях их нарастания  $V_{Ti}$ , получаем общую зависимость  $T_{max} = f(V_T)$  (рис.2). Из ее анализа следует, что начиная с некоторой, определенной скорости нарастания крутящего момента, максимальный момент срабатывания значительно превышает момент настройки муфты, т.е.

существенно увеличивается коэффициент динамичности муфты, причем эта зависимость носит явно степенной характер.

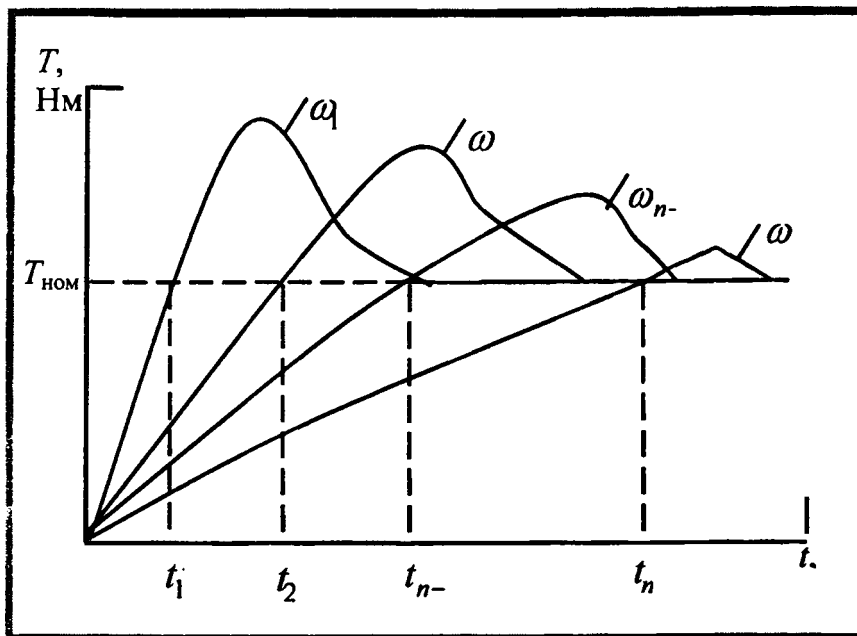


Рисунок 1 - Зависимость крутящего момента от угловой скорости

Это требует ее учета при проектировании привода с предохранительной муфтой. Количественно степень увеличения момента срабатывания может быть определена коэффициентом динамической чувствительности:

$$K_{д.ч.} = \frac{T_{V50}}{T_{ном}}, \quad (2)$$

где  $T_{V50}$  – максимальный момент срабатывания при скорости нарастания крутящего момента  $50 \frac{\text{кНм}}{\text{с}}$ .

Скорость нарастания крутящего момента  $V_T =$

$50 \frac{\text{кНм}}{\text{с}}$  принята как наиболее характерная для практических случаев применения фрикционных предохранительных муфт.

Коэффициент динамической чувствительности  $K_{д.ч.}$  характеризует муфту определенной конструкции относительно влияния скорости нарастания крутящего момента на величину максимального момента срабатывания и должен быть учтен при проектировании привода.

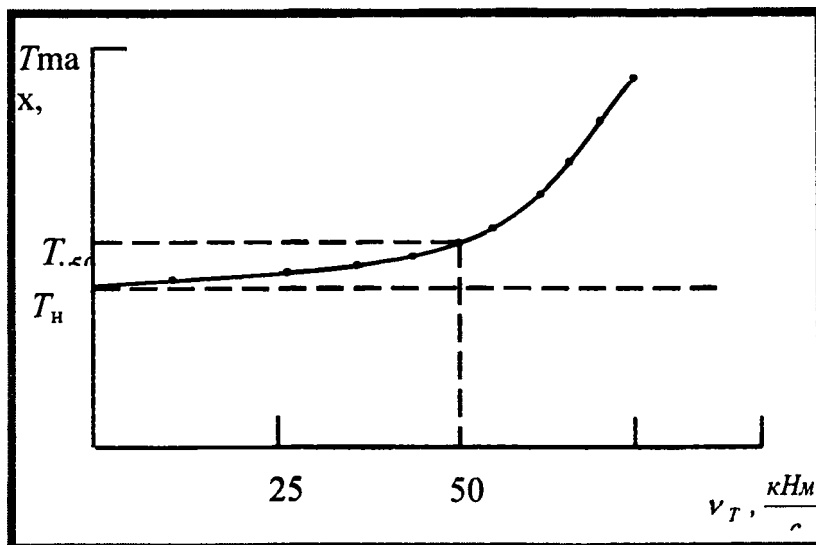


Рисунок 2 - Зависимость предельного момента срабатывания

При этом надо иметь в виду, что установка предохранительной муфты на тихоходном валу привода, где большой крутящий момент, приводит к увеличению габаритов и металлоемкости муфты, отсюда рациональным будет установка муфты на более быстроходном валу. Однако, в этом случае, должна быть учтена фактическая скорость нарастания крутящего момента в месте установки предохранительной муфты.

Практически эта скорость определяется приведенной податливостью машинного агрегата от предохранительной муфты до максимально вероятного места заклинивания механизма, которая может быть определена экспериментально или аналитически.

Зная величину указанной приведенной податливости  $e_{пр}$  можно определить время нарастания крутящего момента от нуля до  $T_{ном}$ , на которую настроена муфта:

$$t_n = \frac{\varphi}{\omega}, \quad (3)$$

где  $\varphi = e_{пр} \cdot T_{ном}$  – угловая координата ведомой полумуфты;

$\omega$  – угловая скорость момента заклинивания.

Таким образом, время нарастания крутящего момента:

$$t_{ni} = \frac{e_{пр} \cdot T_{ном}}{\omega_i}. \quad (4)$$

Имея время, за которое крутящий момент достигает своего номинального значения, определяем скорость его нарастания:

$$V_{Ti} = \frac{T_{ном}}{t_{ni}}. \quad (5)$$

Подставляя  $t_{ni}$  из формулы (4) имеем:

$$V_{Ti} = \frac{\omega_i}{e_{пр}}. \quad (6)$$

Таким образом, скорость нарастания крутящего момента в любой точке привода пропорциональна угловой скорости и обратно пропорциональна приведенной податливости  $e_{пр}$  от данной точки до места заклинивания привода.

Отсюда вытекают рекомендации по проектированию привода с целью применения муфты на максимально возможных скоростях, при минимальной металлоемкости. Определив наиболее подходящее с этих позиций место установки муфты, можно рассчитать скорость нарастания крутящего момента  $V_{Ti}$ , а по ней максимальный момент срабатывания муфты:

$$T_{max} = K_{\partial} \cdot T_{ном}, \quad (7)$$

где  $K_{\partial}$  – коэффициент динамичности при рассматриваемой скорости нарастания крутящего момента  $V_{Ti}$ .

$$K_{\partial} = K_{\partial.ч.} \left( \frac{V_{Ti}}{V_{T50}} \right)^n. \quad (8)$$

Показатель степени  $n$  определяется по зависимости

$$T_{max} = f(V_T).$$

Зная значения максимального момента срабатывания предохранительной муфты в рассматриваемой точке, можно решить вопрос о постановке муфты в данном месте или переносе его в менее динамичную зону привода.

Таким образом, чувствительность муфты к скорости нагружения можно определить ее коэффициентом динамической чувствительности, который должен быть учтен при проектировании привода.

УДК 629.113.65

Пирч А.И., Саболевский А.К., Астахов Э.И.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОДВЕСА МАХОВИКА ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ АВТОМОБИЛЯ С МАХОВИЧНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

*Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь*

В настоящее время ведется активная разработка альтернативных экологически чистых автомобилей, не требующих органического топлива. На наш взгляд перспективными являются маховичные автомобили с быстровращающимся маховиком [1]. Ранее в работах [2,4] авторов предложена схема и определены основные параметры автомобиля и модели с маховичным двигателем. Для исследования воздействия маховика на корпус автомобиля и его управляемость при маневрировании создается физическая масштабная модель [4]. Задачей данной работы является определение параметров подвеса корпуса маховика в этой физической модели.

Физическая модель представляет собой уменьшенную в масштабе 1:10 радиоуправляемую копию автомобиля. Схема трансмиссии представлена на рисунке 1. Цифрами обозначены: 1 – маховик; 2 – корпус маховика; 3 – подвес корпуса маховика к раме модели; 4 – сцепление; 5 – гибкий вал; 6 – вал; 7 – двухступенчатый цилиндрический редуктор; 8 – дифференциал; 9 – корпус модели; 10 – муфта для раскрутки маховика.

При повороте на горизонтальном участке дороги у модели автомобиля с маховичным двигателем не будут возникать динамические нагрузки, так как вертикальная ось автомобиля остается в неизменном положении, а ось собственного вращения маховика расположена вертикально.

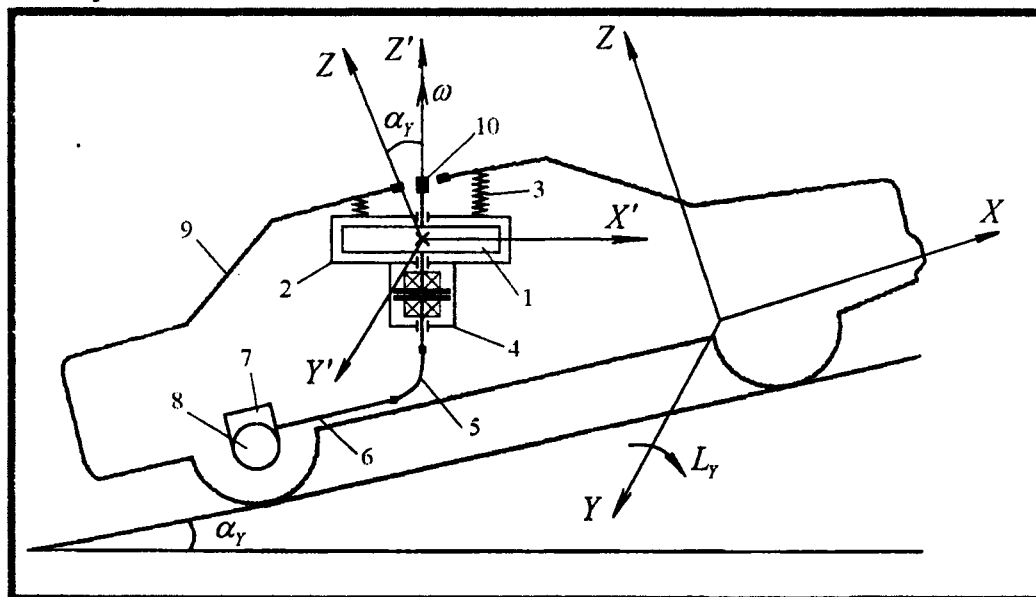


Рисунок 1 – Схема трансмиссии модели автомобиля с маховичным двигателем

При движении модели автомобиля с маховичным двигателем под гору (рисунок 1) ось  $z$  автомобиля 9 будет отклоняться от вертикальной оси вращения маховика  $z'$  на некоторый угол  $\alpha_\gamma$ . При этом будет возникать нутационные нагрузки, которые будут воздействовать на