

ДИНАМИКА И ПРОЧНОСТЬ МАШИН

УДК 621.825.5(088.8)

Николаев В.А., Анетёнок П.А., Абу Сахьон Вассим

ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МАШИННОГО АГРЕГАТА С УЧЕТОМ КОЭФФИЦИЕНТА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОЙ МУФТЫ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Оценкой эффективности ограничения 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 ω_i 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.

Это требует ее учета при проектировании привода с предохранительной муфтой. Количество 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.

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.

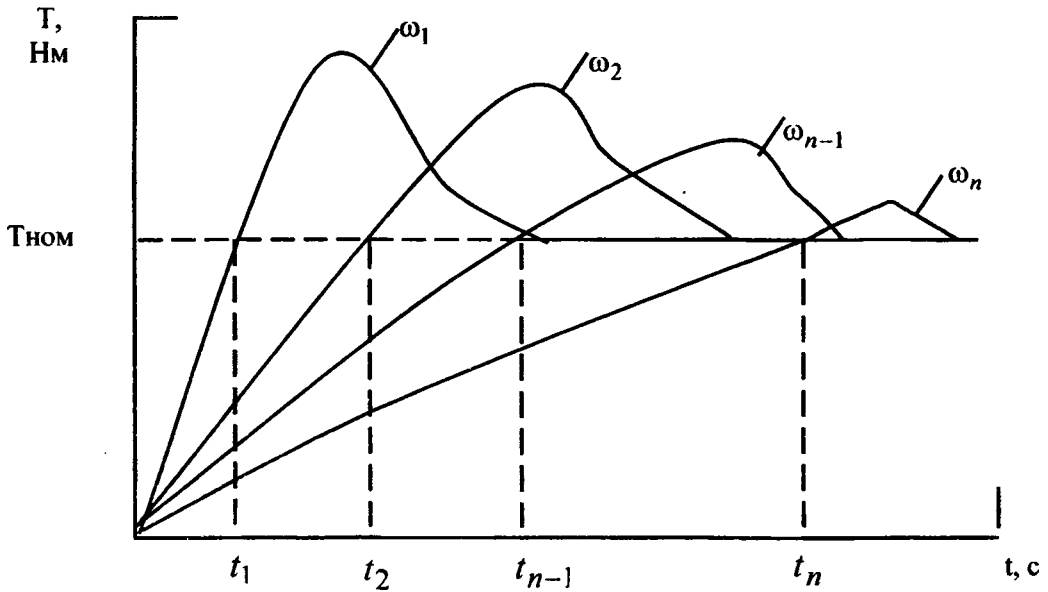


Рис. 1. Зависимость крутящего момента от угловой скорости

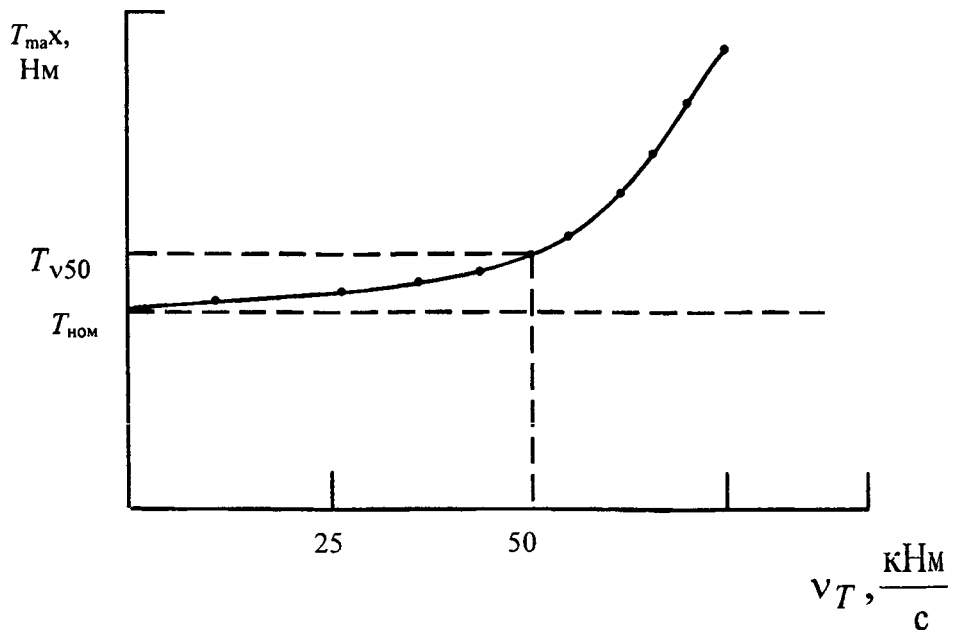


Рис. 2. Зависимость предельного момента срабатывания от скорости нагружения привода

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

$$t_{\text{н}} = \frac{\varphi}{\omega}, \quad (3)$$

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

ω – угловая скорость момента заклинивания.

Таким образом, время нарастания крутящего момента:

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

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

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

Подставляя $t_{\text{ни}}$ из формулы (4) имеем:

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

Таким образом, скорость нарастания крутящего момента в любой точке привода пропорциональна угловой скорости и обратно пропорциональна приведенной податливости $e_{\text{пр}}$ 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:

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

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

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

Показатель степени n определяется по зависимости

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

Зная значения максимального момента срабатывания предохранительной муфты в рассматриваемой точке, можно решить вопрос о постановке муфты в данном месте или переноса 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.

ЛИТЕРАТУРА

1. Назаренко, В.П. Динамика приводных систем с предохранительными муфтами. – М.: Высш.шк., 1998. – 204 с. 2. Паламаренко А.З. Предохранительные муфты повышенной чувствительности срабатывания. – М.: Высш.шк., 1989. – 312 с.

УДК 621.1; 621,7.

Зубко С.А.

КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРА РАЗРУШЕНИЯ МАТЕРИАЛА ПРИ ИСПЫТАНИИ НА РАЗРЫВ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Как показано в работе [1], в процессе испытаний стального образца на усталость, в вершине растущей трещины в стальном образце был установлен и показан методом голографической интерферометрии скачкообразный характер роста трещины. В вершине трещины по мере нарастания нагрузки в вершине локализовались упругие деформации материала в виде растущего «языка» пропорционального растущим напряжениям в вершине трещины. Достигнув определенной величины, происходил прострел (разрыв) всей зоны локализации деформаций с образованием прироста трещины по всей локализованной зоне. Деформации в вершине трещины исчезали и, при дальнейшем возрастании нагрузки, появлялись снова в виде растущего «языка» и исчезали с появлением нового приращения трещины.

На интерферограмме (рис. 1) представлено изображение вершины трещины под действием растягивающей нагрузки и формирования «языка» деформаций впереди вершины трещины.

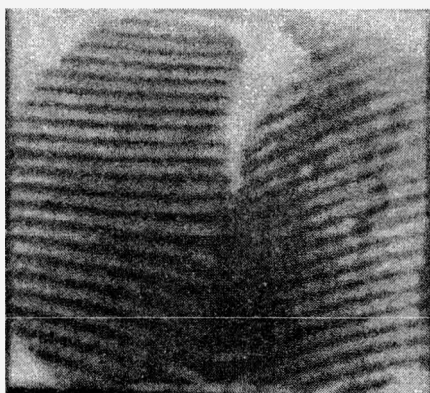


Рис. 1

Эксперимент был проведен на упруго пластическом стальном образце размером 45 x 45 мм из ст.45, толщиной 10 мм.