

С.Б.Самарцев, В.П.Тарасик, В.Н.Гурленя

О ВЛИЯНИИ МЕХАНИЗМОВ ПЛАВНОГО ВКЛЮЧЕНИЯ
НА ТЕПЛОВУЮ ДИНАМИКУ ФРИКЦИОННЫХ МУФТ ГМП

В автомобильной гидромеханической передаче одними из наиболее ответственных узлов являются многодисковые фрикционные муфты с гидравлическими нажимными устройствами. Процесс включения муфты сопровождается возникновением больших динамических нагрузок на выходном валу коробки передач и полуосях автомобиля, а также образованием значительного удельного теплового потока на поверхностях фрикционных элементов, что ведет к повышенному их нагреву. Применение механизмов плавного включения позволяет получить такой характер изменения момента трения при включении муфты, при котором динамические нагрузки будут иметь относительно небольшие значения. Изменяется также и нагрев фрикционных дисков.

Чтобы изучить влияние различных механизмов плавности на тепловую динамику многодисковой муфты, использовалась методика исследования переходных процессов в трансмиссиях автомобилей, изложенная в работе [1]. Температура дисков определялась по дифференциальным уравнениям теплопередачи, составленным на основе баланса тепловой энергии. Данная методика позволяет учесть реальное изменение параметров процесса буксования, в частности теплового потока, возникающего при трении дисков. Начальная температура принималась равной 100°C . Дифференциальные уравнения движения четырехмассовой динамической модели автомобиля (на примере БелАЗ–548А) и процесса теплопередачи решались численным методом на ЭЦВМ "Минск–32". Исследовалась серийная многодисковая муфта БелАЗ, не имеющая устройства плавности. С целью получения сравнительных результатов предполагалось также, что на ней установлены механизмы плавного включения с автоматически регулируемым дросселем и механизмы сливного типа, описанные в работе [1]. Характеристики усилия сжатия пакета дисков $F_{\text{сж}}$ от времени буксования муфты $t_{\text{б}}$ данных механизмов приведены на рис. 1. Расчеты производились на внешней скоростной и предельной регуляторной характеристиках двигателя ЯМЗ–240Н. Рассматривался процесс трогания автомобиля на 1-й передаче.

Полученные зависимости теплового потока θ , средней поверхностной и срединной температур стального $\nu_{\text{ст}}$, $\nu_{\text{ст ср}}$ и металлокерамического $\nu_{\text{мк}}$, $\nu_{\text{мк ср}}$ дисков от времени буксования представлены соответственно на рис. 1 и 2. Анализ результатов показывает, что применение механизмов плавного включения приводит к снижению максимальной величины теплового потока, но температура нагрева как стальных, так и металлокерамических дисков повышается из-за увеличения в 2–2,5 раза времени буксования. Температура стального диска при этом за время одного включения доходит до 215°C , а

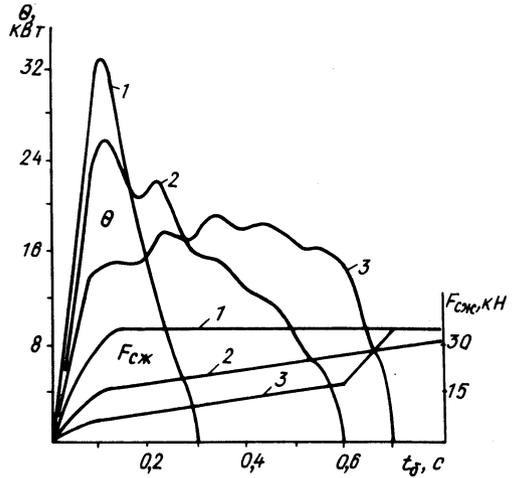


Рис. 1. Изменение $F_{сж}$ и θ от t_{δ} для муфты БелАЗ с различными механизмами плавного включения: 1 – серийная, без механизмов плавности; 2 – муфта с автоматически регулируемым дросселем; 3 – муфта с механизмом сливного типа.

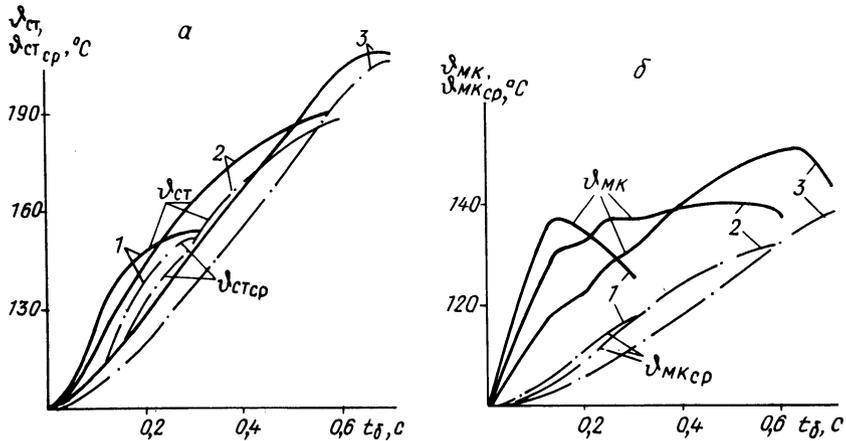


Рис. 2. Зависимости поверхностной и объемной температур стального (а) и металлокерамического (б) дисков от времени буксования.

металлокерамического – до 150°C . Незначительный нагрев последнего обусловлен меньшей его теплопроводностью. Вследствие этого, а также из-за большой толщины (3,8 мм) и кратковременности процесса буксования диск серийной муфты не успевает прогреться, что приводит к генерации тепла в его поверхностном слое и более быстрому его нагреву в начальный момент буксования. При этом температура поверхности достигает своего максимального значения примерно в момент наибольшего теплового потока (рис. 1). Несмотря на большую работу буксования у муфты с механизмами плавности с регулируемым дросселем и сливного типа, незначительный нагрев metallo-

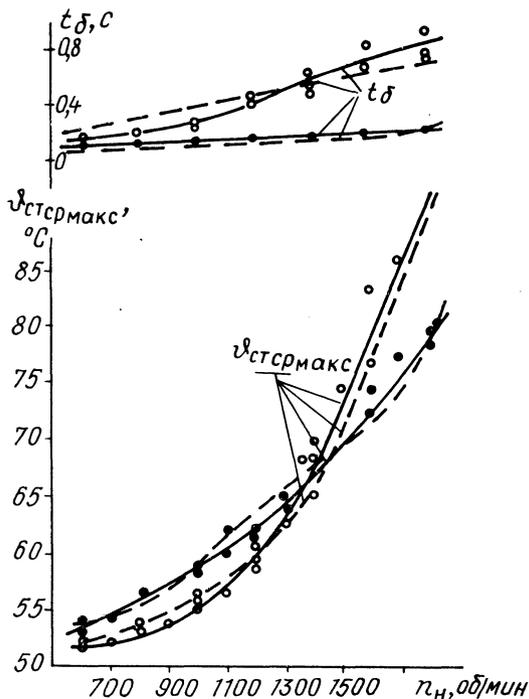


Рис. 3. Зависимость времени буксования и средней поверхностной температуры ведущих дисков фрикционной муфты БелАЗ-540 от скорости вращения насосного колеса гидротрансформатора:

● — муфта без клапана плавности; ○ — муфта с клапаном плавности; — — экспериментальная зависимость - - - - расчетная зависимость.

керамических дисков (всего на 12°C выше, чем у серийной муфты) обуславливается более равномерным распределением температуры по толщине.

Наибольшая температура фрикционных дисков наблюдается у муфты с механизмом сливного типа, хотя максимальная величина теплового потока для него имеет наименьшее значение.

Как видно из рис. 1,2, на тепловой поток и температуру влияет не только распределение масс системы и статические характеристики ее элементов, но и колебательные свойства системы, из-за чего изменение θ , $v_{\text{СТ}}$, $v_{\text{МК}}$ при ступенчатом изменении усилия сжатия механизмами плавного включения имеет колебательный характер. Некоторое влияние на колебательность процесса теплопередачи оказывает значительный входной момент машинного агрегата системы автомобиля, так как расчет производился на внешней скоростной характеристике двигателя. Это вызывает закручивание упругих связей с большими относительными скоростями, увеличивая колебательность всей системы.

Возникновение колебаний упругих звеньев способствует увеличению поверхностной температуры дисков [1], что является недостатком такого способа повышения плавности.

На рис. 3 приведены графики расчетных и экспериментальных исследований теплового режима работы ведущих стальных дисков серийной фрикционной муфты БелАЗ-540 и муфты с клапаном плавности, установленным в поршне. Испытания трансмиссии на стенде проводились в режиме трогания автомобиля на тормозах на различных скоростных режимах работы двигателя. Температура измерялась с помощью хромель-копелевых термопар, установленных в стальном диске, расположенном в середине пакета. Головки термопар диаметром 1,0–1,2 мм устанавливались по среднему радиусу диска по методике, описанной в работе [2]. Вследствие инерционности термопар, зависящей от размеров, формы и способа крепления чувствительного элемента-головки, замеряемая в поверхностном слое диска (толщиной около 0,2 мм) температура считается средней поверхностной. Начальная температура дисков равна 50°C.

Применение клапана плавности позволяет, несмотря на увеличение времени буксования муфты, понизить среднюю поверхностную температуру стальных дисков на низко- и среднескоростных режимах работы двигателя, что обусловлено лучшим прогревом всего диска. Однако при частоте вращения коленчатого вала двигателя свыше 1400 об/мин рост температуры на поверхности не зависит прямо пропорционально от увеличения времени буксования и теплоотвод в середину диска не может обеспечить снижения его нагрева. Из-за значительной работы буксования использование муфты с клапаном плавности приводит к повышению температуры на 10°C.

Таким образом, установка механизмов плавного включения в гидромеханической передаче позволяет на низких и среднескоростных режимах снизить не только динамические нагрузки в трансмиссии автомобиля [1], но и температуру фрикционных дисков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г а р а с и к В.П. Фрикционные муфты автомобильных гидромеханических передач. — Минск, 1973, с. 319.
2. Л о й к о А.А. К вопросу измерения температуры в парах трения фрикционных. — Труды МАДИ, 1973, вып. 54, с. 127–130.