

**Исследование нагруженности трансмиссии
магистрального автопоезда МАЗ–6430**

Гуринович А.Г.

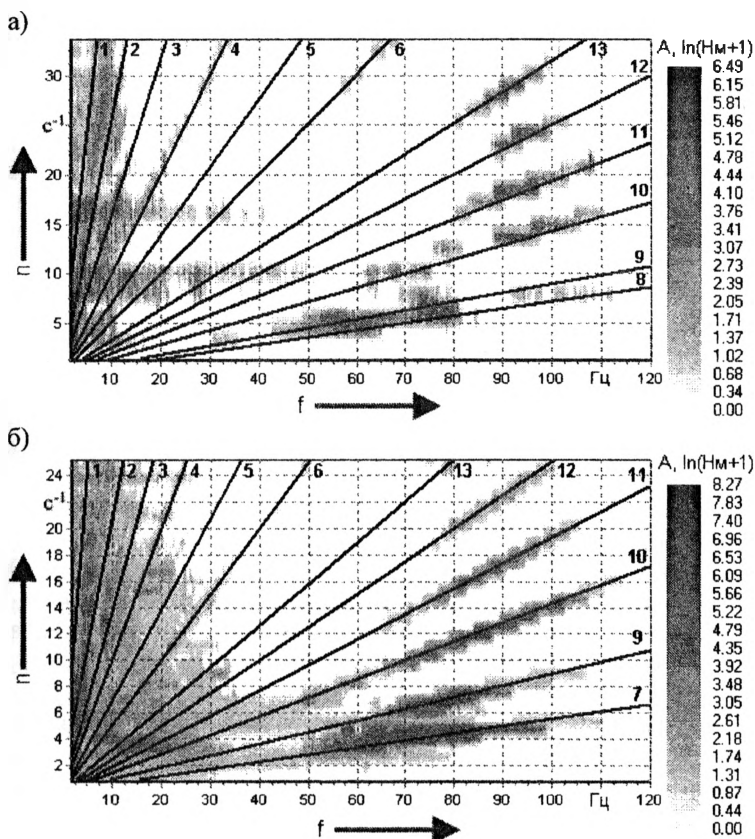
Белорусский национальный технический университет

Исследование нагрузочных режимов узлов и агрегатов трансмиссий в реальных условиях эксплуатации являются важным этапом в комплексе работ по совершенствованию конструкции и повышению характеристик надежности автомобилей.

В данной работе представлены основные результаты исследований нагрузочных режимов трансмиссии магистрального автопоезда МАЗ–6430 с использованием многоканальной измерительной системы «М3 INTEGRA 1» фирмы V+S Multidata. Данная система позволяет записывать процессы нагружения в реальном времени в цифровом формате непосредственно на встроенный винчестер системы.

При исследованиях нагрузочных режимов трансмиссии регистрировались: крутящие моменты на карданных валах привода среднего и заднего мостов, крутящие моменты на правых полуосях ведущих мостов, частота вращения карданного вала и частота вращения генератора. Частота вращения генератора, которая прямопропорциональна частоте вращения коленчатого вала двигателя, измерялась для обеспечения возможности определения включенной передачи в коробке передач в любой момент времени при движении автопоезда. Номер включенной передачи оценивался по отношению частоты вращения коленчатого вала двигателя к частоте вращения карданного вала.

В процессе исследований нагруженности трансмиссии автопоезда был получен обширный материал, как по квазистатической, так и по динамической составляющим нагрузочного режима. Квазистатическая составляющая полностью описывается с помощью гистограмм распределений крутящих моментов по пробегу. Для оценки динамической составляющей строились трехмерные функции с осями: частота колебаний крутящего момента – частота вращения карданного вала – амплитуда колебаний крутящего момента. Данные функции, рассчитанные методом быстрого преобразования Фурье с использованием весовых коэффициентов Хартли, представлены на рис. 1.



а – колебательные процессы при движении по автомагистрали Москва – Брест; б – колебательные процессы при движении по Второму кольцу г. Минска; А – амплитуда колебаний, $\ln(Hm+1)$; n – частота вращения карданного вала, c^{-1} ; f – частота колебаний, Гц; 1, 2 – частота вращения колес, соответственно 1 и 2 гармоники; 3, 5 – частота вращения полуосей, соответственно 1 и 2 гармоники; 4, 6 – частота вращения карданного вала, соответственно 1 и 2 гармоники; 7...13 – частоты газодинамических процессов в двигателе соответственно на 3...9 передачах, 1 гармоника

Рис. 1. Логарифмические амплитудные спектры колебаний крутящего момента на карданном валу привода среднего моста

На рис. 1 черными линиями нанесены функции частот колебаний соответствующих возмущающих сил. Из присутствующих в амплитудном спектре колебаний крутящего момента можно выделить следующие колебательные процессы, пропорциональные частоте вращения карданного вала, которые обусловлены:

1) частотой вращения колес ведущего моста автомобиля (в спектре присутствует 1 и 2 гармоники). Возможной причиной возникновения данных колебаний является дисбаланс колес в сборе со ступицами и тормозными барабанами.

2) частотой вращения полуосей ведущего моста (в спектре присутствует 1 и 2 гармоники). Возможной причиной возникновения данных колебаний является дисбаланс полуосей.

3) частотой вращения карданного вала (в спектре присутствует 1 и 2 гармоники). Возможной причиной возникновения данных колебаний являются дисбаланс и неравномерность вращения трубы карданного вала относительно фланцев (обусловлена кинематикой работы карданных шарниров с крестовинами при некотором угле излома).

5) частотой газодинамических процессов в двигателе на 3...9 передачах. Возможной причиной возникновения данных колебаний в трансмиссии являются неравномерность рабочего цикла двигателя внутреннего сгорания и недостаточная эффективность демпфера крутильных колебаний сцепления.

Значения амплитуд перечисленных выше колебательных процессов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Средние значения амплитуд колебаний крутящего момента на карданном валу привода среднего моста, Н·м

Источник возмущения колебательных процессов	Гармоника	Движение по автомагистрали	Движение по г. Минску
Дисбаланс колес в сборе со ступицами и тормозными барабанами	1	48,5	191,2
	2	20,7	82,3
Дисбаланс полуосей	1	11,4	62,8
	2	2,5	13,0
Дисбаланс и неравномерность вращения трубы карданного вала относительно фланцев	1	32,3	68,5
	2	1,2	18,3

Продолжение табл. 1

Источник возмущения колебательных процессов	Гармоника	Движение по автомагистрали	Движение по г. Минску	
Неравномерность рабочего цикла двигателя внутреннего сгорания на передачах:	3 передача	1	—	82,3
	4 передача	1	12,6	—
	5 передача	1	48,2	91,6
	6 передача	1	46,4	187,2
	7 передача	1	34,3	37,7
	8 передача	1	18,3	5,7
9 передача	1	38,8	7,8	

Таким образом, при движении автопоезда в городских условиях интенсивность колебательных процессов в трансмиссии возрастает в несколько раз по сравнению с условиями автомагистрали. Это объясняется высокой интенсивностью городского движения, помехонасыщенностью маршрута, в результате чего в трансмиссии преобладают переходные процессы (интенсивные разгоны, чередующиеся с торможениями).

Высокая частота интенсивных разгонов при движении автопоезда в городских условиях вызывает резкое увеличение числа переключений передач на километр пробега. Это, в свою очередь, обуславливает присутствие в спектре колебаний, вызванных неравномерностью рабочего цикла двигателя внутреннего сгорания, значительной амплитуды.

Как показали результаты исследований, амплитуды колебаний крутящих моментов второй гармоники от возмущающей силы в несколько раз ниже амплитуд колебаний первой гармоники от той же возмущающей силы.

Для оценки максимально возможных эксплуатационных динамических нагрузок в трансмиссии автопоезда выполнялись «броски сцепления» (резкое включение сцепления). В результате чего было установлено, что максимальные крутящие моменты составляют 23,9 кН·м на карданном валу привода среднего моста и 11,3 кН·м на карданном валу привода заднего моста.

Полученный обширный материал по нагруженности трансмиссии магистрального автопоезда МАЗ-6430 в реальных условиях эксплуатации может быть успешно использован для расчетов деталей трансмиссии на долговечность, а также для разработки конструктивных решений по снижению динамической нагруженности трансмиссии.