

Как видно из полученных результатов моделирования, предложенная методика синтеза системы ПУМ АД гарантирует устойчивость СУ, высокую динамику ЭП, обеспечивая малые пульсации момента (до 1,5% от среднего значения).

Выводы

На основании установленной динамической связи между электромагнитным моментом, потокосцеплением и управляющим напряжением синтезирована система ПУМ АД с раздельным управлением моментом и потокосцеплением статора при применении линейных регуляторов П, ПИ типов. Это позволяет при проектировании ЭП использовать стандартные методы настройки регуляторов (по техническому оптимуму, симметричному оптимуму), что дает возможность сократить время синтеза, отладки СУ ЭП.

Предложенная система ПУМ АД отличается простотой исполнения при обеспечении высоких качеств тягового ЭП (высокого быстродействия, малых пульсаций момента), что важно для применения в автомобильном транспорте.

Литература

1. I. Takahashi, T. Noguchi. A new quick-response and high efficiency control strategy of an induction motor // IEEE Trans. Ind. Applications, Vol. 22, No. 5, 1986, pp. 820-827.
2. Buja G.S., Kazmierkowski M.P. Direct torque control of PWM inverter-fed AC motors – A survey // IEEE Trans. Ind. Electronics, Vol. 51, No 4, Aug. 2004, pp. 744-757.
3. D. Stojic, S. Vukosavic. A new induction motor drive based on the flux vector acceleration method // IEEE Trans. Energy conversion, Vol. 20, No.1, Mar. 2005, pp. 173-180.
4. P.Z. Grabowski, M.P. Kazmierkowski, B.K. Bose, F. Blaabjerg. A simple direct-torque neuro-fuzzy control of PWM-inverter-fed induction motor drive // IEEE Trans. Ind. Electronics, Vol. 47, No. 4, Aug. 2000, pp. 863-870.
5. B.H. Kenny, R.D. Lorenz. Stator and rotor flux based deadbeat direct torque control of induction machines // IEEE Trans. Ind. Applications, Vol. 39, No. 4, 2003, pp.1093-1101.
6. H. Miranda, P. Cortes, J.I. Yuz, J. Rodriguez. Predictive torque control of induction machines based on state space models // IEEE Trans. Ind. Electronics, No. 6, 2009, pp. 1916-1924.
7. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием. –М. Изд. центр «Академия», 2007. –272с.

Режимометрирование нагруженности трансмиссии легкового автомобиля при движении в городских условиях с использованием ЭСУД

к.т.н. доц. Прокопьев М.В., к.т.н. Петунин В.П., Куевда А.В., Турапин М.К., Маслов С.Н.
Волжский Автомобильный Завод, Тольяттинский Государственный Университет

Аннотация. Для повышения точности расчетов узлов и деталей трансмиссии автомобиля необходимо знать нагрузочные режимы работы трансмиссии автомобиля в процессе его эксплуатации. В статье предлагается способ режимометрирования трансмиссии с использованием информации, получаемой с контроллера управления двигателем.

Ключевые слова: режимометрирование трансмиссии, нагрузочные режимы, плотность распределения крутящего момента, время работы на передачах, средняя скорость автомобиля, количество выключений сцепления.

Современные методы расчетов узлов и деталей автомобиля на прочность, жесткость, долговечность имеют отработанную теоретическую основу, мощный математический аппарат, возможность применения разнообразных программных средств. При этом постоянно идет процесс совершенствования и уточнения расчетных методов. Однако результаты проводимых расчетов во многом зависят от достоверности исходных данных, которые определяют нагрузочные режимы работы узлов, деталей и всего автомобиля в целом.

В представляемой работе показан один из способов формирования исходных экспериментальных данных для проведения расчетов трансмиссии. Данный способ заключается в

обработке данных, поступающих на контроллер управления двигателем, с целью определения нагруженности трансмиссии (крутящим моментом), удельного времени и средней скорости движения автомобиля на каждой из передач, удельного количества циклов выключения-включения сцепления, удельной работы буксования сцепления и т.д. Для этой цели использовался специальный электронный адаптер ноутбуком и специализированное программное обеспечение.

Для отработки предлагаемого способа был поставлен эксперимент, который заключался в записи и дальнейшей обработке информации с контроллера двигателя автомобиля LADA-KALINA. Автомобиль оснащен двигателем 1,4 л., 16 кл. Запись информации производилась в процессе движения автомобиля по городскому маршруту протяженностью 29 км. На маршруте находилось пешеходных переходов – 73, светофоров – 37, перекрестков и колец – 18. Всего произведено два заезда, первый заезд в экономичном режиме (средний расход топлива 7,1 л/100 км.), второй заезд в динамичном режиме (средний расход топлива 7,7 л/100 км.). Необходимо отметить, что движение автомобиля осуществлялось в условиях хорошей видимости, сухой дороги и отсутствия скоплений транспорта, препятствующих проезду («автомобильных пробок»), а также при отсутствии на маршруте движения спусков и подъемов. В процессе движения автомобиля с частотой в 10 Гц производилась запись текущего времени, оборотов коленчатого вала двигателя, скорости автомобиля, номера включенной передачи и ряда других параметров. На рисунке 1 графически показан начальный отрезок записи в 140 секунд при движении автомобиля в первом (экономичном) режиме.

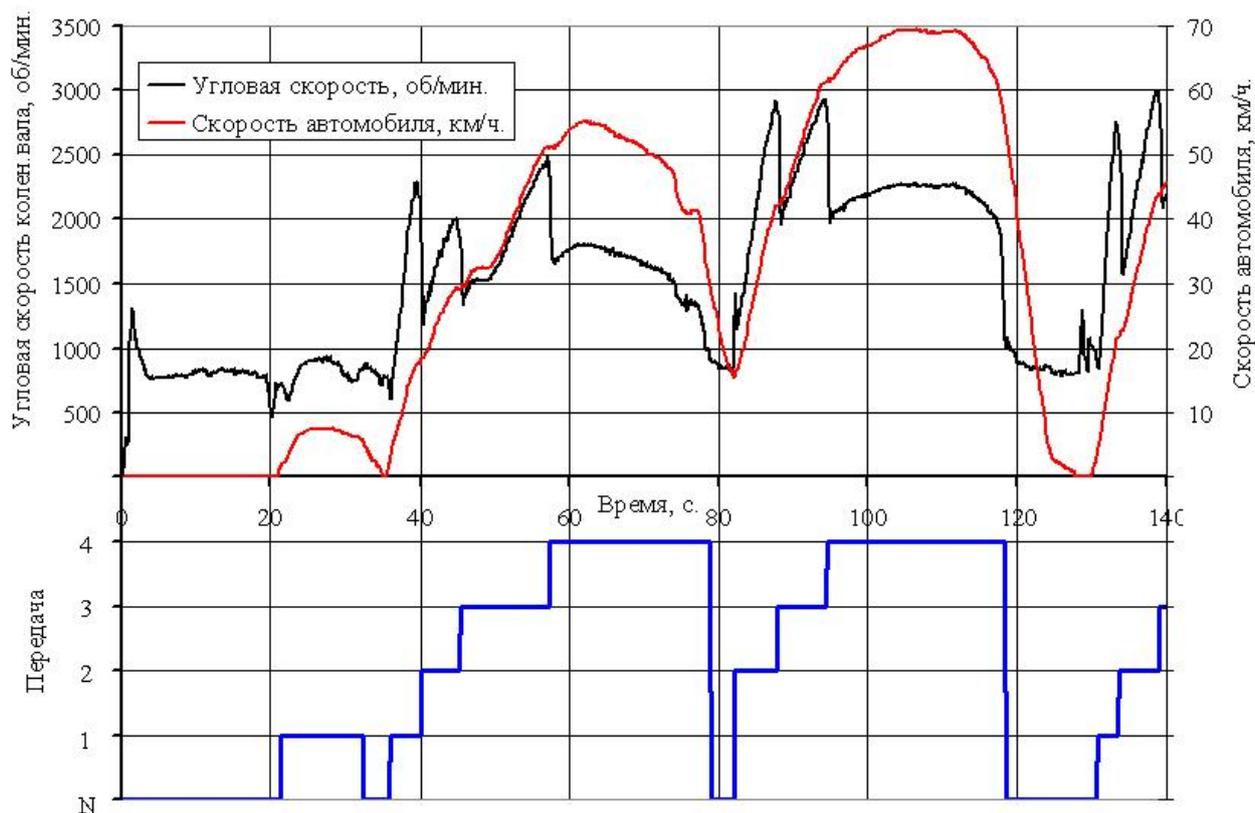


Рисунок 1 – Результаты замеров

Первичная обработка результатов испытаний заключалась в определении основных статистических характеристик процесса движения автомобиля в двух режимах, таких как относительное время движения на каждой передаче и пройденный путь, средняя скорость движения на каждой передаче, число включений-выключений сцепления. Основные результаты представлены в таблице 1. Необходимо обратить внимание на значительный удельный вес пути пройденного автомобилем на нейтральной передаче на обоих режимах движения, то есть при отсутствии нагруженности трансмиссии крутящим моментом со стороны двигателя. Высокая общая средняя скорость движения автомобиля во многом объясняется отсутствием

«пробок» на маршруте. Полученные данные могут быть использованы при проведении расчетов на долговечность узлов трансмиссии, при выборе режимов стендовых испытаний трансмиссии.

Таблица 1. Статистические результаты эксперимента.

Параметр	Режим движения	Передача					
		Н	1	2	3	4	5
Время движения автомобиля на передаче, %.	Экономичный	36,2	6,2	9,0	15,2	33,4	0,0
	Динамичный	39,2	5,3	8,0	16,5	26,3	4,7
Путь пройденный автомобилем на передаче, %.	Экономичный	7,6	1,8	7,5	20,0	63,0	0,0
	Динамичный	11,7	2,0	7,0	21,6	47,0	10,7
Средняя скорость автомобиля при движении на передаче, км/ч.	Экономичный	-	9,67	27,5	43,3	62,0	-
	Динамичный	-	15,2	33,1	49,1	67,7	-
Общая средняя скорость движения автомобиля, км/ч.	Экономичный	43,3					
	Динамичный	49,6					
Общее число включений-выключений сцепления	Экономичный	192					
	Динамичный	186					

При проведении обработки результатов, представленных на рисунке 1, основной задачей стало получение величины крутящего момента, нагружающего трансмиссию. Для этого на первом этапе определялось ускорение автомобиля дифференцированием скорости автомобиля. Далее, используя известные характеристики автомобиля, такие как масса автомобиля, передаточные числа трансмиссии, радиус качения, коэффициенты сопротивления качению, аэродинамического сопротивления, полезного действия трансмиссии, моменты инерции колес, вращающихся деталей трансмиссии, маховика двигателя и т.д., получены величины крутящего момента.

На рисунке 2 представлены обработанные результаты эксперимента для первых 140 секунд записи, где показан расчетное ускорение автомобиля и расчетный крутящий момент на первичном валу коробки передач. При этом в промежутки времени, в которых крутящий момент на первичном валу равен нулю, а ускорение отрицательно, происходит движение автомобиля на нейтральной передаче в режиме торможения автомобиля рабочей тормозной системой.

Для представления нагруженности первичного вала крутящим моментом было решено использовать плотность распределения. На рисунке 3 показана плотность распределения крутящего момента на первичном валу для двух режимов движения автомобиля, динамичного и экономичного. Рассматривая характер плотности распределения крутящего момента, можно отметить значительные отличия между разными режимами движения автомобиля. В динамичном режиме движения наблюдается смещение «среднего» крутящего момента в диапазон больших значений, что обеспечивает динамичный разгон автомобиля, а пик крутящего момента для экономичного режима на 40 Нм говорит о большем использовании режима равномерного движения автомобиля. Наличие отрицательных значений крутящего момента для обоих режимов связано с использованием при управлении автомобилем торможения двигателем. Кроме рассмотрения общей нагруженности (движение на всех передачах), возможно выделение и обработка массива данных по крутящему моменту для каждой передачи.

На рисунках 4 и 5 показаны плотности распределения крутящего момента на 3 и 4 передачах соответственно, что позволяет рассматривать нагруженность всех зубчатых зацеплений в коробке передач по отдельности.

Для описания среднестатистического режима эксплуатации автомобиля, необходимы статистические данные по движению автомобиля в различных погодных, температурных условиях как в городских, так и загородных условиях эксплуатации автомобиля.

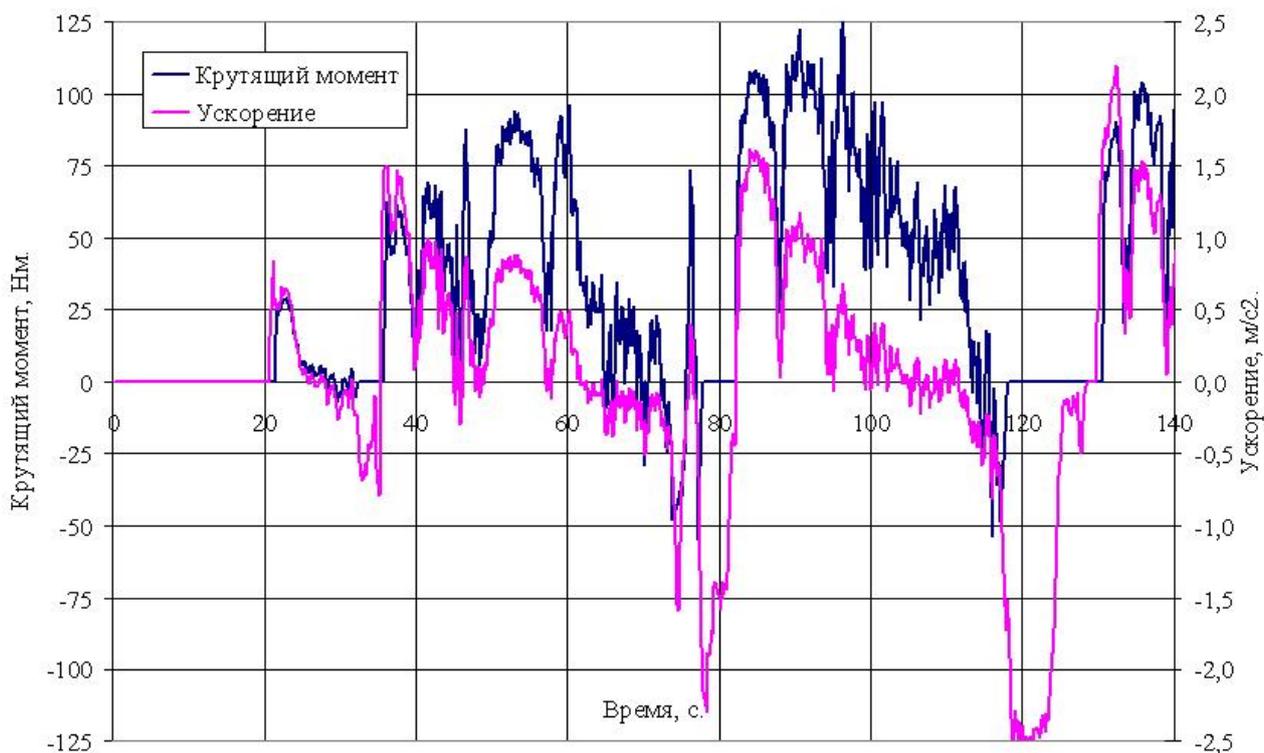


Рисунок 2 – Результаты обработки экспериментальных данных

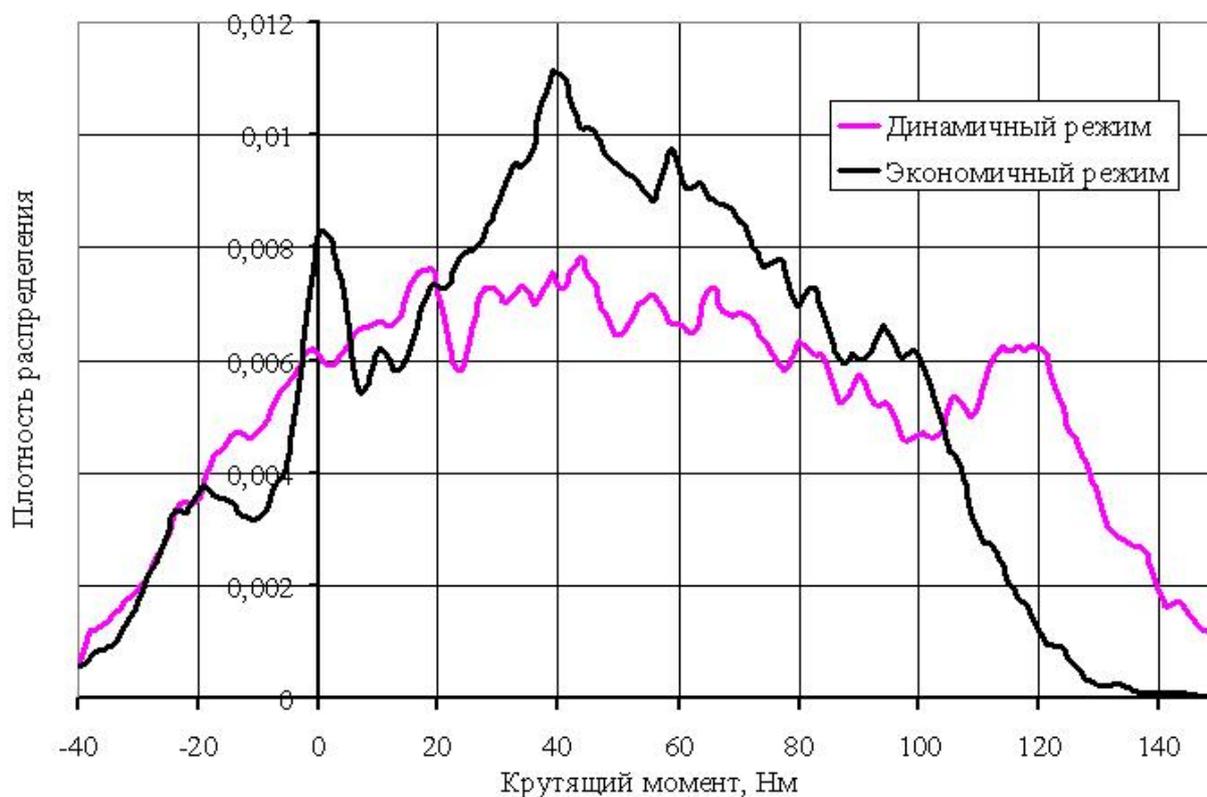


Рисунок 3 – Плотность распределения крутящего момента на первичном валу при движении автомобиля на всех передачах

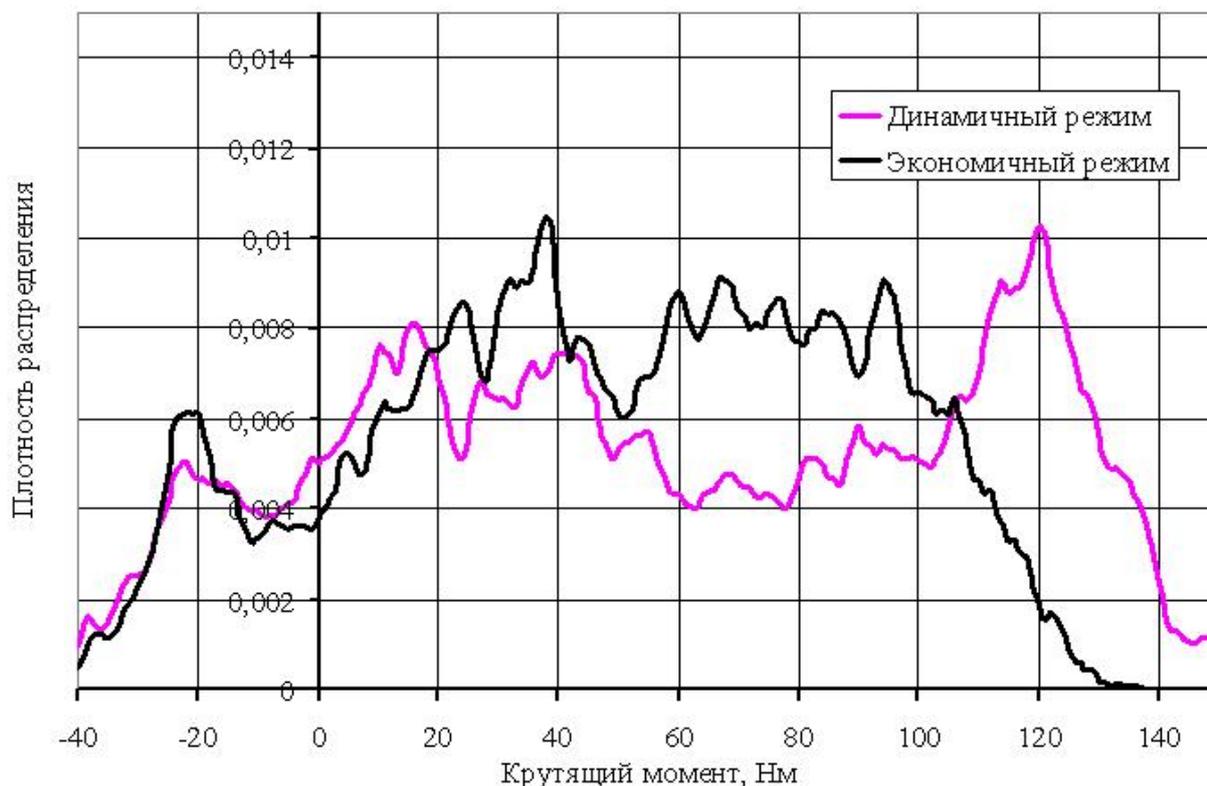


Рисунок 4 – Плотность распределения крутящего момента на первичном валу при движении автомобиля на 3 передаче

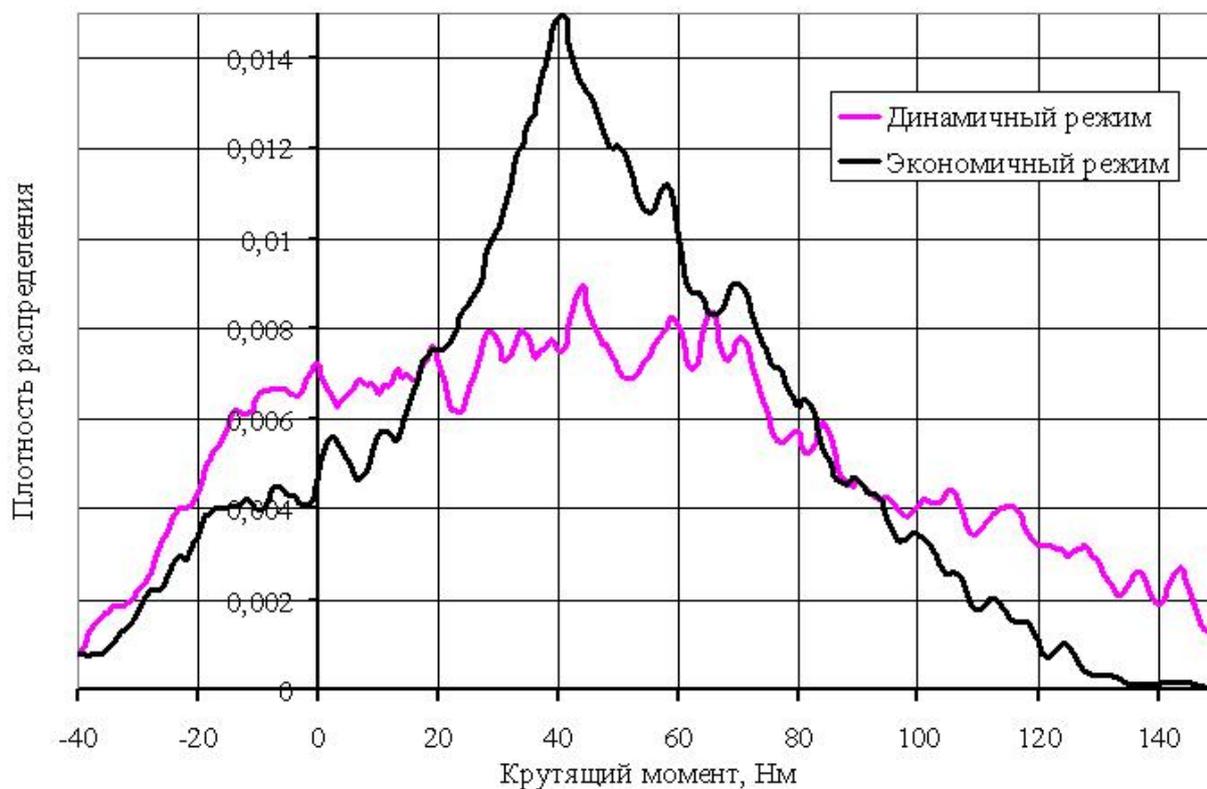


Рисунок 5 – Плотность распределения крутящего момента на первичном валу при движении автомобиля на 4 передаче

Представленный способ режимометрирования не позволяет фиксировать нагруженность трансмиссии в процессе переходных режимов работы. Однако для решения задач на

определение долговечности узлов и деталей трансмиссии представленный способ может дать достаточно точные исходные данные для проведения такого рода расчетов.

Выводы

Разработан и реализован способ проведения режимометрирования нагруженности трансмиссии с использованием данных с электронной системы управления двигателем (ЭСУД). Проведены экспериментальные заезды автомобиля в городских условиях эксплуатации в двух режимах.

Определены некоторые статистические данные, а также показана плотность распределения крутящего момента на первичном валу при движении автомобиля в городских условиях, что может быть применено при проведении квазистатических расчетов на долговечность, а также для создания методик испытаний трансмиссий на долговечность.

Метод моделирования динамики механических трансмиссий автомобилей с фрикционными сцеплениями

к.т.н. проф. Селифонов В.В., Нгуен Хак Туан
МГТУ «МАМИ»
tuannkcn@yahoo.com

Аннотация. В данной статье представлен метод моделирования динамики механических трансмиссий автомобилей с учетом двух фаз буксования и замыкания фрикционного сцепления.

Ключевые слова: механические трансмиссии автомобилей, фрикционные сцепления, метод моделирования динамики

Работа фрикционных сцеплений (ФС) тяговых и транспортных машин характеризуется повторными включениями и выключениями с чередующимися паузами. От динамических процессов в трансмиссии при включении ФС зависит передаваемый ею момент. Момент двигателя, передаваемый на трансмиссию, и предельный момент трения определяют два возможных режима работы ведущих и ведомых частей ФС: их относительное проскальзывание, если момент, передаваемый на трансмиссию, равен моменту трения в ФС; или их относительный покой, если момент, передаваемый на трансмиссию, меньше предельного в ФС момента трения. В данной статье представлен метод моделирования динамики механических трансмиссий автомобилей с фрикционными сцеплениями для этих двух случаев.

Исследования показывают, что определение динамических нагрузок в трансмиссии автомобиля 4×2 с ФС можно выполнять по расчетной схеме, изображенной на рисунке 1.

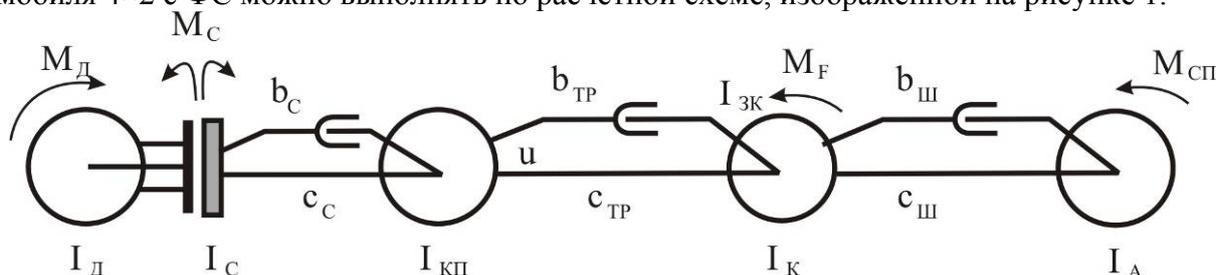


Рисунок 1 – Динамическая модель трансмиссии автомобиля с ФС

На рисунке 1 приняты следующие обозначения:

- моменты инерции: I_d – вращающиеся части двигателя, маховика и кожуха ФС, I_c – сцепления, $I_{кп}$ – коробки передач, I_k – колес с шинами, I_a – поступательно движущаяся масса автомобиля;
- жесткости: c_c – валов и зубьев зубчатых колес коробки передач, $c_{тр}$ – остальных узлов трансмиссии, $c_{ш}$ – шины;
- b_c , $b_{тр}$, $b_{ш}$ – коэффициенты демпфирования сцепления, остальных узлов трансмиссии и шин соответственно;