

5. Гулин С.Д., Шульгин В.В., Яковлев С.А. Система разогрева двигателя с помощью теплового аккумулятора // Лесная промышленность № 3, 1996 .
6. Ридер Г., Хупер И. Двигатели Стирлинга. М.: Мир, 1986.
7. Дан П., Рей Д. Тепловые трубы. М.: Энергия, 1979.

УДК 621.226.5:630.377.45

Е.Ф.Волобуев, с.н.с.;

Л.Ф.Доронин, инж.;

Я.И.Остриков, доц.

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ НАГРУЗОЧНЫХ РЕЖИМОВ ЛЕСОВОЗНОГО АВТОПОЕЗДА**

There are the method of determination loading regimes to details of forest motor transport.

Одной из актуальнейших задач современного автомобилестроения является повышение надежности автомобильной техники. Для сокращения сроков проектирования новых и доводки серийных моделей лесовозных автопоездов (ЛАП), а также повышения долговечности их узлов и агрегатов в настоящее время приоритет отдается работам по созданию методик и программ расчета на ЭВМ, направленных на решение таких задач.

Наилучшие результаты при этом можно получить методом имитационного моделирования в сочетании с широким использованием возможностей ЭВМ. Этот метод позволяет рассчитывать динамические процессы в нелинейных системах без ограничения числа и вида нелинейностей, наличие которых весьма характерно для ЛАП. Суть его заключается в том, что поведение масс динамической системы автопоезда описывается системой дифференциальных уравнений с сохранением логической структуры и физического содержания явлений и последовательности их чередования во времени, реализуемой на ЭВМ методами численного интегрирования со статистической обработкой выходных переменных. Полученные в результате интегрирования перемещения масс и их скорости позволяют определить мгновенные значения силовых и других факторов в интересующих зонах автопоезда - динамическую нагруженность.

Нагрузочный режим, определяющий усталостную прочность узлов и агрегатов автопоезда, зависит от его параметров движения, технических характеристик и конструктивных особенностей. В частности, на нагрузочный режим трансмиссии тягача ЛАП наиболее существенное влияние ока-

зывают средние скорости движения, удельная сила тяги, число ступеней в коробке передач, относительный пробег на каждой передаче. В то же время для оценки долговечности её деталей необходимы характеристики: относительный пробег и распределение моментов на каждой передаче, пределы изменения и закон распределения нагрузок, частоты вращения валов, число циклов нагружения на единицу пути.

При помощи дискретизации непрерывной реализации силового фактора (крутящего момента для трансмиссии) переходят к массиву дискретных чисел размерностью  $N_i$ , где  $i$  - номер передачи. Полученные отдельные файлы обрабатывают программой определения максимумов-минимумов. Полученные новые массивы крутящих моментов обрабатываются той же программой, чтобы получить функцию плотности распределения момента  $F_i(M_k)$ , его математическое ожидание, дисперсию и среднее квадратическое отклонение процесса для каждого участка движения автопоезда по типизированным циклам на каждой передаче. Такой подход позволяет учитывать как стационарные, так и нестационарные процессы.

Рассмотрим в качестве примера определение нагрузочного режима для полуоси тягача МАЗ 4х4 в составе ЛАП общей массой 34000 кг при движении по типизированным циклам, характеристики и повторяемость участков которых приведены в работе [1].

В результате расчетных исследований получены данные о распределении частот вращения двигателя по участкам движения для каждой категории дороги, а также пробега (в %) по передачам и массивы крутящего момента на полуоси  $M_k$ . После обработки массивов  $M_k$  получены функции плотности его распределения  $F_i(M_k)$  для каждого участка по категориям дороги при движении по типизированному циклу в регионах "Восток" (табл.1) и "Центр" (табл.2).

Анализ полученных расчетом данных показывает, что большие значения средних частот вращения вала двигателя на 1 км пути относятся к участкам 10 и 11, характеризующим длительные подъёмы, и, как следствие, небольшие скорости движения на низших передачах. Следует при этом отметить, что эти частоты вращения при движении на данных участках находятся в "рабочей зоне" - зоне максимального момента.

Табл.1. Значения  $F_i(M_k)$  на полуоси тягача для региона "Восток"

Участок		Значения $F_i(M_k)$ (в %) при величине верхнего интервала крутящего момента (кНм)										
N	Кол.	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	12,0
<u>Магистраль</u>												
1	2	94,96	4,88	0,1	0,04	-	0,02	-	-	-	-	-
2	2	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	9	99,66	0,28	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-
4	17	87,93	12,00	0,07	-	-	-	-	-	-	-	-
5	9	97,36	2,22	0,23	0,16	0,03	-	-	-	-	-	-
6	7	84,22	14,85	0,11	-	0,08	0,2	0,19	0,35	-	-	-
7	7	92,73	2,98	0,21	0,14	0,3	0,14	0,79	-	2,71	-	-
8	4	75,63	24,1	0,24	0,03	-	-	-	-	-	-	-
9	7	84,7	6,91	0,13	-	-	-	0,1	0,43	7,09	0,57	0,07
10	4	11,82	87,63	0,49	0,06	-	-	-	-	-	-	-
11	3	7,42	3,7	74,57	14,11	0,2	-	-	-	-	-	-
12	6	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	3	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Ветка</u>												
3	3	95,43	4,47	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
4	4	84,45	15,17	-	-	-	-	-	0,38	-	-	-
5	3	92,32	7,42	0,22	0,02	-	-	-	-	-	-	-
6	2	85,56	12,83	-	-	0,06	0,06	0,28	0,9	0,31	-	-
7	3	86,73	10,63	2,54	0,08	0,02	-	-	-	-	-	-
8	1	74,06	25,9	0,03	0,01	-	-	-	-	-	-	-
9	2	86,44	4,00	9,42	0,1	0,04	-	-	-	-	-	-
10	1	9,27	88,95	1,77	0,01	-	-	-	-	-	-	-
12	1	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	1	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Ус</u>												
1	1	97,69	1,92	0,27	0,07	-	0,05	-	-	-	-	-
7	1	76,73	12,87	10,04	0,28	0,07	-	-	-	-	-	-

Табл.2. Значения  $F_i(M_k)$  на полуоси тягача для региона "Центр"

Участок		Значения $F_i(M_k)$ (в %) при величине верхнего интервала крутящего момента (кНм)										
N	Кол.	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	12,0
<u>Магистраль</u>												
1	2	94,96	4,88	0,1	0,04	-	0,02	-	-	-	-	-
2	2	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	12	99,66	0,28	0,06	-	-	-	-	-	-	-	-
4	9	87,93	12,00	0,07	-	-	-	-	-	-	-	-
5	8	97,36	2,22	0,23	0,16	0,03	-	-	-	-	-	-
6	5	84,22	14,85	0,11	-	0,08	0,2	0,19	0,35	-	-	-
7	3	92,73	2,98	0,21	0,14	0,3	0,14	0,79	-	2,71	-	-
8	2	75,63	24,1	0,24	0,03	-	-	-	-	-	-	-
9	1	84,7	6,91	0,13	-	-	-	0,1	0,43	7,09	0,57	0,07
13	2	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Ветка</u>												
2	1	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	4	95,43	4,47	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-
4	2	84,45	15,17	-	-	-	-	-	0,38	-	-	-
5	3	92,32	7,42	0,22	0,02	-	-	-	-	-	-	-
6	2	85,56	12,83	-	-	0,06	0,06	0,28	0,9	0,31	-	-
7	2	86,73	10,63	2,54	0,08	0,02	-	-	-	-	-	-
8	1	74,06	25,9	0,03	0,01	-	-	-	-	-	-	-
9	1	86,44	4,00	9,42	0,1	0,04	-	-	-	-	-	-
13	1	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<u>Ус</u>												
1	1	97,69	1,92	0,27	0,07	-	0,05	-	-	-	-	-
3	1	96,2	3,47	0,2	0,03	-	0,1	-	-	-	-	-

При анализе данных таблиц 1 и 2 можно увидеть, что наиболее часто нагрузка на полуоси составляет 1,0 кНм, что характерно для равнинных условий эксплуатации. В горных же условиях такая нагрузка составляет уже 2,0...3,0 кНм.

Полученные расчетом функции плотности распределения крутящего момента на полуоси являются основными данными по определению ее

долговечности. Для расчета долговечности другой детали трансмиссии в первом приближении можно использовать эти полученные функции с учетом передаточного числа от полуоси до детали и сил сопротивления на участке между ними.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Типизация режимов движения лесовозных автопоездов / Е.Ф.Волобуев и др. //Тр. Белорус. технолог. ин-та. Вып.1: Серия II. - Мн.; БТИ, 1993. - С.34-38.

УДК 531.781.2

А.В.Дорожко, к.т.н.

#### ТЕНЗОМЕТР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПРОДОЛЬНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ОБРАЗЦА

In this paper has discribed a constraction of the tensometer for determination an axial deformation composite material samples in tensile tests.

При конструировании тензометра основным требованием к нему было получение высокой точности измерения деформаций при испытании образцов из слоистых вязкоупругих материалов, таких, как натуральная и модифицированная древесина, стеклопластики и другие композиционные материалы. Из анализа существующих конструкций [1,2,3] следовало, что наибольшие погрешности измерения деформации возникают по причине несовершенства опорных и фиксирующих устройств корпуса экстензометра. А именно: 1. Постоянное и неконтролируемое внедрение фиксирующих игл или призм приводит к изменению базы тензометра (например, при попадании острия призмы на кромку более твердого слоя материала образца). 2. Неустойчивое положение корпуса тензометра на образце, обусловленное малой зоной контакта (точка или линия) опорного устройства с поверхностью образца, вызывает поворот корпуса и его перекося. 3. Сила трения под плоским опорным устройством, прижатым к поверхности образца, препятствует его свободной деформации. От указанных недостатков в значительной мере свободна конструкция тензометра, разработанного в данной работе. Устройство тензометра показано на рис. 1. В качестве преобразователя перемещения в электрический сигнал использованы механотронные датчики с чувствительностью 50 мкА/мкм.

Тензометр состоит из верхнего 1 и нижнего 2 корпусов, снабженных опорными и фиксирующими устройствами. Фиксирующее устройство выполнено в виде двух игл 3 с упорами 4, закрепленных на снабженной уп-