

УДК 269.113

ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА ТОРМОЗНОЙ ДИНАМИКИ ДВУХОСНОГО АВТОМОБИЛЯ

PROGRAM FOR CALCULATION OF BRAKING DYNAMICS TWO-AXLE VEHICLE

Казловский С. В., студ., **Михальцевич Н. Р.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
S. Kazlovsky, student, N. Mihalcevith, Senior Lecturer,
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus

В данной работе мы написали программу для расчета тормозной динамики двухосного автомобиля, с проверкой соответствия ее качеств требованиям правила №13 ЕЭК ООН.

In this paper, we have written a program for calculating the braking dynamics of a two-axle vehicle, with a check of its quality compliance with the requirements of UNECE Regulation No. 13.

Ключевые слова: программа, тормозная динамика, тормозная сила, тормозной момент.

Keywords: program, braking dynamics, braking force, braking torque.

ВВЕДЕНИЕ

Программа предназначена для оказания помощи студентам специальности «Автомобили» всех форм обучения в изучении дисциплины «Проектирование систем управления автомобилями», а также при выполнении дипломных проектов.

Средой разработки программы стала высокопроизводительная визуально-интегрированная среда разработки Delphi7, предназначенная для быстрого создания приложений баз данных, программ с графическим пользовательским интерфейсом.

ПРОГРАММА И ЕЕ ФУНКЦИИ

При запуске программы открывается начальная страница (рисунок 1).

Кафедра "Автомобили"

Программа для расчета тормозной динамики автомобиля



Рисунок 1 – Начальная страница программы

Следующей страницей программы является страница с исходными данными для расчета (рисунок 2), эти данные загружаются из файла данных программы, однако их можно изменить вручную.

Масса снаряженного автомобиля, кг
1020

Масса загруженного автомобиля, кг
2460

Колесная база автомобиля, м
2,03

Высота автомобиля, м
1,8

Высота центра тяжести снаряженного автомобиля относительно его высоты
0,41

Высота центра тяжести загруженного автомобиля относительно высоты центра тяжести снаряженного автомобиля
1,23

Нагрузка на заднюю ось снаряженного автомобиля, %
47

Нагрузка на заднюю ось загруженного автомобиля, %
56

Ширину колеса, мм	Высоту профиля колеса относительно шарнира, %	Диаметр диска, "
205	70	17

Количество колес задней оси
1

КПД гидравлического привода тормозов в %
90

К1 передней оси снаряженного автомобиля
1

К1 задней оси снаряженного автомобиля
1

К1 задней оси загруженного автомобиля
1

К1 передней оси загруженного автомобиля
1

Диаметр рабочего тормозного цилиндра передней оси, мм
55

Диаметр рабочего тормозного цилиндра задней оси, мм
45

Схематическое изображение автомобиля с обозначениями сил и параметров: F_a (сила инерции), R_{Z1} (реакция опоры на переднем колесе), R_{Z2} (реакция опоры на заднем колесе), F_{T1} (сила торможения на переднем колесе), F_{T2} (сила торможения на заднем колесе), G_a (сила тяжести), h_g (высота центра тяжести), a (расстояние от центра тяжести до передней оси), b (расстояние от центра тяжести до задней оси), L (колесная база).

Расчет

Закрыть программу

Рисунок 2 – Страница исходных данных программы

При нажатии на кнопку «Расчет», производится расчет реакций дороги на переднюю и заднюю ось, идеальных тормозных сил, идеальных тормозных моментов и удельных тормозных сил в зависимости от относительного замедления автомобиля для снаряженного и загруженного автомобиля. На новой странице полученные результаты заносятся в таблицу 1 и таблицу 2 (рисунок 3).

Таблица 1. Параметры при торможении снаряженного автомобиля										Таблица 2. Параметры при торможении груженого автомобиля																			
Z	Rz1	Rz2	Ft1	Ft2	Mt1	Mt2	Dt1	Dt2		Rz1	Rz2	Ft1	Ft2	Mt1	Mt2	Dt1	Dt2												
0	9670,7	8575,9	0	0	0	0	0	0	0	0	10518,34	13514,26	0	0	0	0	0	0	0	0									
0,1	10334,05	7912,35	1033,4	791,26	414,81	317,61	0,0566	0,0434		0,1	11697,46	12435,14	1169,75	1243,51	469,54	499,15	0,0485	0,0515											
0,2	10997,4	7249,2	2199,48	1449,84	882,87	581,97	0,1205	0,0795		0,2	12776,58	11356,02	2355,32	2271,2	1025,7	911,66	0,1059	0,0941											
0,3	11660,75	6585,85	3498,22	1975,76	1404,19	793,07	0,1917	0,1083		0,3	13855,7	10276,9	4156,71	3083,07	1568,5	1237,54	0,1722	0,1278											
0,4	12324,1	5922,5	4929,64	2369	1978,76	950,92	0,2702	0,1298		0,4	14934,82	9197,78	5973,93	3679,11	2397,94	1476,8	0,2475	0,1525											
0,5	12987,44	5259,16	6493,72	2629,58	2606,58	1055,51	0,3559	0,1441		0,5	16013,94	8118,66	8006,97	4059,33	3214	1629,41	0,3318	0,1682											
0,6	13650,79	4595,81	8190,48	2757,48	3287,66	1106,85	0,4489	0,1511		0,6	17093,06	7039,54	10255,84	4233,72	4116,69	1695,4	0,425	0,175											
0,7	14314,14	3932,46	10019,9	2752,72	4021,99	1104,94	0,5491	0,1509		0,7	18172,18	5960,42	11720,53	4172,29	5106,02	1674,76	0,5271	0,1729											
0,8	14977,49	3269,11	11981,99	2615,29	4809,57	1049,78	0,6567	0,1433		0,8	19251,3	4881,3	15401,04	3905,04	6181,98	1567,48	0,6382	0,1618											
0,9	15640,84	2605,76	14076,76	2345,18	5650,41	941,36	0,7715	0,1285		0,9	20330,42	3802,18	18297,38	3421,96	7344,57	1373,58	0,7582	0,1418											
1	16304,19	1942,41	16304,19	1942,41	6544,5	779,68	0,8935	0,1065		1	21409,54	2723,06	21409,54	2723,06	8593,79	1093,04	0,8872	0,1128											
Исходные данные										Закреть программу										Далее									

Рисунок 3 – Страница результатов расчета программы

При открытии следующей страницы по результатам расчета строится график зависимости тормозной силы от относительного замедления и график зависимости тормозного момента от относительного замедления (рисунок 4).

При открытии следующей страницы с учетом исходных данных производится расчет идеальных удельных тормозных сил для снаряженного и груженого состояния в зависимости от коэффициента сцепления шин автомобиля с дорогой. Так как характер изменения удельных тормозных сил носит линейный характер то достаточно определить их значения в крайних точках. Полученные значения заносятся в таблицу 3 и таблицу 4 (рисунок 5).

По результатам расчета строятся диаграммы распределения удельных тормозных сил (рисунок 6).

Диаграмма дает наглядное представление о тормозных свойствах реального автомобиля. Точка пересечения параболы идеального распределения тормозных сил с прямой установленного распределения

является критической точкой, в которой установленное распределение соответствует идеальному, т. е. фактический коэффициент сцепления колес с дорогой соответствует оптимальному и при этом обеспечивается относительное замедление равно $Z_{кр}$.

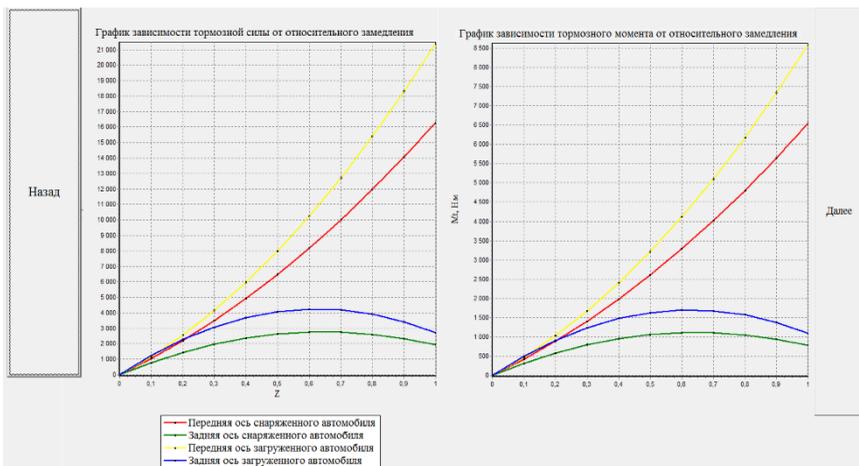


Рисунок 4 – Страница программы

Назад

Далее

Таблица 3. Удельные идеальные тормозные силы для снаряженного состояния

Dтф ид	φ	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2
Dтф1	Dтф2=0	0,055	0,114	0,178	0,248	0,324	0,407	0,498	0,598	0,709	0,833	0,972	1,128
Dтф1	Dтф2=0	0,074	0,154	0,24	0,333	0,435	0,546	0,668	0,803	0,952	1,118	1,305	1,515
Dтф2	Dтф1=0	0,045	0,088	0,127	0,164	0,199	0,232	0,262	0,291	0,319	0,345	0,369	0,393
Dтф2	Dтф2=1	0,01	0,02	0,029	0,037	0,045	0,052	0,059	0,066	0,072	0,078	0,084	0,089

Таблица 4. Удельные идеальные тормозные силы для загруженного автомобиля

Dтф ид	φ	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2
Dтф1	Dтф2=0	0,046	0,097	0,152	0,214	0,283	0,361	0,448	0,548	0,663	0,796	0,953	1,139
Dтф1	Dтф1=0,50,069	0,146	0,23	0,323	0,427	0,544	0,676	0,827	0,999	1,2	1,437	1,718	
Dтф2	Dтф1=0	0,054	0,103	0,148	0,19	0,229	0,265	0,299	0,33	0,359	0,387	0,413	0,437
Dтф2	Dтф1=1	0,011	0,021	0,03	0,038	0,046	0,053	0,06	0,066	0,072	0,078	0,083	0,088

Далее

Рисунок 5 – Страница результатов расчета удельных идеальных тормозных сил

Критическая точка разделяет диаграмму на область устойчивого и неустойчивого движения. При $Z < Z_{кр}$ происходит опережающая

блокировка колес переднего моста, что приводит к устойчивому движению автомобиля при торможении. При $Z > Z_{кр}$ происходит опережающее блокирование колес заднего моста, так как удельная тормозная сила, создаваемая тормозными механизмами задних колес Dt_2 , больше удельной идеальной тормозной силы Dt_2 и по условию сцепления задних колес с дорогой.

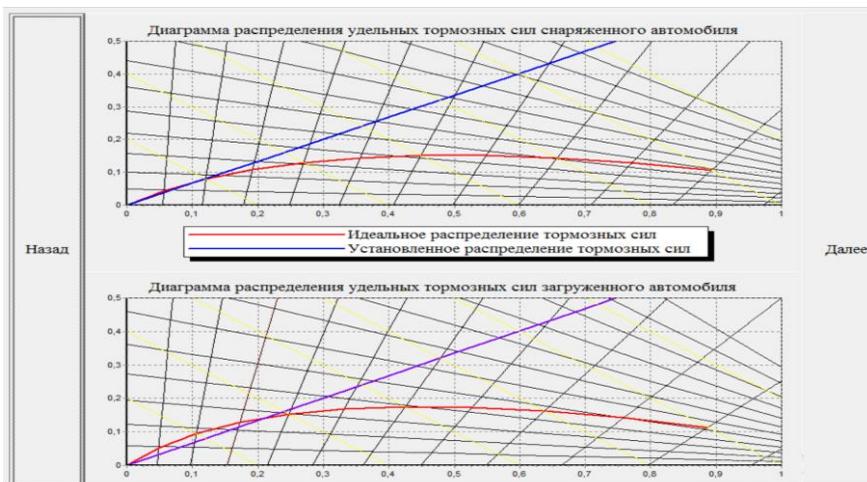


Рисунок 6 – Диаграммы распределения удельных тормозных сил

В целях проверки транспортного средства на соответствие требованиям Правил ЕЭК ООН № 13 и связанных с ним национальных регламентирующих документов для обоих мостов определяется коэффициент реализуемого сцепления при различном замедлении автомобиля. Данные заносятся в таблицу 5 (рисунок 7).

Таблица 5. Распределение тормозных сил от интенсивности торможения

Z	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Кф1 сн	0	0,1058	0,1988	0,2812	0,3547	0,4208	0,4804	0,5345	0,5838	0,6289	0,6704
Кф2 сн	0	0,0925	0,2019	0,3333	0,4942	0,6956	0,9552	1,3024	1,7905	2,5271	3,7668
Кф1 гр	0	0,1236	0,2263	0,313	0,3872	0,4513	0,5074	0,5568	0,6007	0,6399	0,6752
Кф2 гр	0	0,0778	0,1704	0,2825	0,4208	0,596	0,8248	1,1365	1,586	2,2906	3,5537
		Назад					Далее				

Рисунок 7 – Страница результатов расчета распределения тормозных сил от относительного замедления

По результатам расчета строятся графики распределения тормозных сил (рисунок 8).

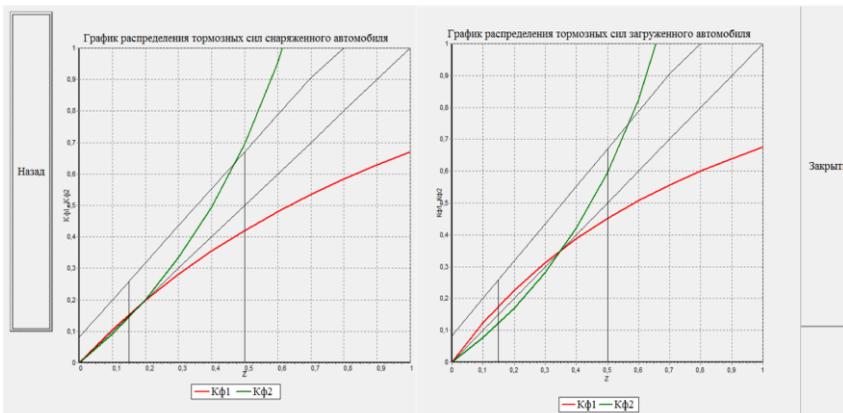


Рисунок 8– Графики распределения тормозных сил от относительного замедления

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная программа позволяет производить расчет показателей тормозной динамики автомобиля с построением графиков для ее анализа. Реализует проверку правила № 13 ЕЭК ООН и тем самым позволяет определить диаметры рабочих тормозных цилиндров передней и задней осей методом подбора значений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автомобили: конструкция, конструирование и расчет. Системы управления и ходовая часть: учебн. пособие для вузов / А. И. Гришкевич [и др.] ; под ред. А. И. Гришкевича. – Мн. : Выш. школа, 1987.
2. Метлюк, Н. Ф. Проектирование автомобилей (раздел «Тормозные системы»): учебно-методическое пособие к курсовому и дипломному проектированию / Н. Ф. Метлюк, В. П. Автушко, В. В. Палазова. – Мн. : БПИ, 1978.
3. Осепчугов, В. В. Автомобиль: анализ конструкций, элементы расчета / В. В. Осепчугов, А. К. Фрумкин. – М. : Машиностроение, 1989.
4. Правила ЕЭК ООН № 13 «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств категорий М, N и O в отношении торможения».

5. Тормозные устройства. Справочник / Под общ. ред. М. П. Александрова. – М. : Машиностроение, 1985.

Представлено 15.05.2023

УДК 621.434.031

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ
ПАРАМЕТРОВ РАСПЫЛИТЕЛЯ ФОРСУНКИ
НА ПОКАЗАТЕЛИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА ДИЗЕЛЯ,
РАБОТАЮЩЕГО НА РАСТИТЕЛЬНОМ ТОПЛИВЕ**

**RESEARCH OF THE INFLUENCE OF DESIGN PARAMETERS
OF INJECTOR SPRAY ON THE PERFORMANCE OF DIESEL
ENGINES RUNNING ON BIOFUEL**

Брузго М. И., студ., **Поздняков Н. А.**, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Беларусь
M. Brusho, student, N. Pozdnyakov, Senior Lecturer,
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

В работе выполнено расчетное исследование влияние конструктивных параметров форсунки тракторного дизеля, в частности, диаметра отверстия распылителя на показатели рабочего процесса двигателя Д-242, оцениваемые по индикаторной диаграмме.

The work carried out a computational study of the influence of the design parameters of a tractor diesel injector, in particular, the diameter of the nozzle hole, on the performance indicators of the D-242 engine, estimated from the indicator diagram.

Ключевые слова: тракторный двигатель, растительное топливо, форсунка, распылитель, индикаторная диаграмма, отверстие распылителя.

Keywords: tractor engine, biofuel, nozzle, sprayer, indicator diagram, sprayer hole.