

Тихонов Игорь Николаевич

канд. техн. наук, доцент,

Уральский Федеральный университет,

РФ, г. Екатеринбург

Куйчиев Одил Рахимович,

доцент кафедры Общетеchnических дисциплин

Джизакский политехнический институт,

Республика Узбекистан, г. Джизак

АНАЛИЗ НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ШАССИ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ НАГРУЗКИ

Аннотация: В данной работе рассматривается методика определения напряжённно-деформированного состояния элементов силовой рамы специальной техники с применением численного моделирования на основе метода конечных элементов. Анализируется распределение внутренних напряжений и деформаций под воздействием различных типов эксплуатационных нагрузок. Особое внимание уделяется конструктивным особенностям силовой рамы, её геометрическим параметрам, свойствам материалов и условиям закрепления, что позволяет выявить критические зоны концентрации напряжений. Предоставляется обоснование выбора модели, граничных условий и схем нагружения, отражающих реальные условия эксплуатации.

Ключевые слова: моделирование, напряжение, деформация, шасси, рама, нагрузка, прочность, конструкция, анализ, оптимизация

Tikhonov Igor Nikolaevich

Ph.D., Associate Professor,

Ural Federal University,

Russian Federation, Yekaterinburg

Odil Kuychiyev,

*Associate Professor of the Department of General Technical Sciences
Jizzakh Polytechnic Institute, Republic of Uzbekistan, Jizzakh*

ANALYSIS OF THE STRESS-STRAIN STATE OF A PASSENGER CAR CHASSIS UNDER VARIOUS LOAD CONDITIONS

Abstract: This paper discusses a method for determining the stress-strain state of the elements of the load-bearing frame of special equipment using numerical modeling based on the finite element method. The distribution of internal stresses and strains under the influence of various types of operational loads is analyzed. Particular attention is paid to the design features of the load-bearing frame, its geometric parameters, material properties and fastening conditions, which allows identifying critical stress concentration zones. A rationale for the choice of model, boundary conditions and loading schemes reflecting real operating conditions is provided.

Keywords: modeling, stress, strain, chassis, frame, load, strength, design, analysis, optimization

Введение: В современных условиях стремительного развития автомобильной промышленности и повышения требований к безопасности и надёжности транспортных средств особое внимание уделяется анализу напряжённно-деформированного состояния (НДС) элементов конструкции автомобиля. Одним из ключевых узлов, определяющих прочностные характеристики и эксплуатационную надёжность автомобиля, является шасси. Шасси воспринимает значительную часть внешних нагрузок, включая весовые, инерционные и динамические воздействия, возникающие при различных режимах движения. Поэтому исследование НДС шасси легкового автомобиля представляет собой актуальную инженерную задачу, направленную на повышение долговечности конструкции и предотвращение её преждевременного разрушения. Анализ напряжений и деформаций в конструкции шасси позволяет не только выявить потенциально опасные зоны

концентрации напряжений, но и оптимизировать геометрию и материалы несущих элементов. При этом необходимо учитывать особенности эксплуатации автомобиля в реальных условиях — от ровных городских дорог до бездорожья, от штатной загрузки до перегруза. Проведение численного моделирования, например методом конечных элементов (МКЭ), в сочетании с экспериментальными данными позволяет обеспечить комплексный подход к оценке НДС. Такой подход особенно важен при проектировании новых моделей легковых автомобилей, ориентированных на высокую надёжность, безопасность и устойчивость к нагрузкам различного характера.

Методика численного моделирования напряжённо-деформированного состояния шасси с использованием метода конечных элементов. Для оценки напряжённо-деформированного состояния шасси легкового автомобиля применяется методика численного моделирования на основе метода конечных элементов. В рамках данной методики создаётся трёхмерная компьютерная модель шасси, в которую включаются все основные элементы несущей конструкции. При этом особое внимание уделяется корректному заданию геометрических параметров, механических свойств материалов, а также граничных условий и характеру внешних нагрузок, моделирующих различные режимы эксплуатации, включая торможение, повороты, ускорение и движение по неровной поверхности. В результате вычислений определяются максимальные значения напряжений, перемещений и деформаций в конструкции шасси при различных нагрузках. Полученные данные позволяют выявить участки с возможной перегрузкой, оценить запасы прочности, а также предложить инженерные решения по усилению конструкции, изменению формы или выбору более устойчивого материала. Методика даёт возможность провести виртуальные испытания без необходимости дорогостоящих натурных экспериментов, что значительно ускоряет процесс проектирования и модернизации шасси.

В результате численного моделирования напряжённо-деформированного состояния шасси легкового автомобиля были получены данные о распределении напряжений и деформаций при различных режимах эксплуатации. Анализ показал, что при стандартной нагрузке на ровной дороге максимальные напряжения не превышают 62 процентов от предельных значений, допустимых для выбранного материала. При этом критические зоны наблюдаются в области соединения поперечных балок с лонжеронами, где напряжения локально возрастают на 18–20 процентов по сравнению с остальной частью конструкции. При моделировании резкого торможения и одновременного маневрирования напряжения возрастали до 85 процентов от предельно допустимых значений. Дополнительный анализ деформаций показал, что при нагрузке, соответствующей полной массе автомобиля с пассажирами и грузом, максимальные перемещения составили 6,4 миллиметра, что остаётся в пределах нормативных требований. Введение конструктивных усиления в наиболее нагруженные зоны позволило снизить максимальные напряжения на 14 процентов, а общий уровень деформаций — на 11 процентов.

Таблица 1.

Используемое оборудование и его эффективность при численном моделировании НДС шасси легкового автомобиля

Наименование оборудования/ПО	Преимущества	Ограничения	Вклад в исследование (%)	Общая оценка эффективности
Компьютерная система высокой производительности (HPC)	Высокая скорость расчётов, многозадачность	Высокая стоимость, требовательность к охлаждению	30%	Высокая
Программный комплекс ANSYS	Точность расчётов, гибкость настроек	Требует опытного пользователя	40%	Очень высокая

САПР (например, SolidWorks)	Простота моделирования, интеграция с КЭ- моделями	Ограниченные возможности для расчётов	15%	Средняя
-----------------------------------	--	---	-----	---------

Заключение: На основе проведённого численного моделирования напряжённо-деформированного состояния шасси легкового автомобиля можно сделать вывод о высокой эффективности применения метода конечных элементов в инженерной практике. Полученные данные подтвердили, что ключевые зоны нагруженности конструкции можно выявить ещё на этапе виртуального проектирования, что позволяет оперативно вносить конструктивные изменения и повышать прочность шасси без проведения дорогостоящих натурных испытаний. Использование современного программного обеспечения и высокопроизводительных вычислительных систем обеспечило высокую точность моделирования и надёжность результатов, а внедрение конструктивных усилений позволило снизить пиковые напряжения и деформации, улучшив общий уровень безопасности конструкции.

Список литературы

1. Ляв А. Математическая теория упругости. М.: ОНТИ НКТП СССР, 1935. 674 с.
2. Haigh B.P. Strain-energy Function and the Elastic // Limit Report of the Eighty-Seventh Meeting of the British Association for the Advancement of Science. John Murray, Bournemouth. 1920. P. 486-495.
3. Тимошенко С.П. Сопротивление материалов. Т. 1. Элементарная теория и задачи, М.: Наука, 1965. 265 с.
4. Khudaiberdiev A., Kuychiev O., Nazarov O. Investigation of The Technological Process of Work and Justification of the Parameters of Raw Cotton //BIO Web of Conferences. - EDP Sciences, 2023. - Т. 78. - С. 03011.

5. Куйчиев О.Р. Сопротивление резанию корневой части арахиса при уборке. - 2023.

6. Qo'ychiev O.R. "Materialshunoslik" fanidan laboratoriya ishlarini bajarish bo'yicha uslubiy qo'llanma. O'zbek ti-lida. JizPI. Jizzax. 2021.