

УДК 621. 869

ОЦЕНКА ПРОЧНОСТИ НЕСУЩИХ СИСТЕМ СПЕЦТЕХНИКИ, СОЗДАННОЙ НА БАЗЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ И ТРАКТОРНЫХ ШАССИ

О.В. Щербак, доц., к.т.н., С.И. Бойко, инж., Е.И. Дибров, И.А. Гуменюк, студ.,
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Аннотация. Представлена методика оценки прочности несущих систем дорожно-строительных машин, созданных на базе автомобильных и тракторных шасси. Методика предполагает использование современных компьютерных программ трехмерного моделирования и прочностного конечноэлементного анализа.

Ключевые слова: несущая система, прочность, трехмерное моделирование, конечноэлементный анализ.

ОЦІНКА МІЦНОСТІ НЕСУЧИХ СИСТЕМ СПЕЦТЕХНИКИ, СТВОРЕНОЇ НА БАЗІ АВТОМОБІЛЬНИХ І ТРАКТОРНИХ ШАСІ

О.В. Щербак, доц., к.т.н., С.І. Бойко, инж., Є.І. Дібров, І.А. Гуменюк, студ.,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Анотація. Наведено методику оцінки міцності несучих систем дорожньо-будівельних машин, створених на базі автомобільних і тракторних шасі. Методика передбачає використання сучасних комп'ютерних програм тривимірного моделювання і міцнісного скінченоелементного аналізу.

Ключові слова: несуча система, міцність, тривимірне моделювання, скінченоелементний аналіз.

ASSESSING THE DURABILITY OF THE UNDERCARRIAGE OF HEAVY CONSTRUCTION EQUIPMENT CREATED ON THE BASIS OF AUTOMOBILE AND TRACTOR CHASSIS

O. Shcherbak, Assoc. Prof., Cand., Eng. Sc., S. Boiko, Engineer,
Ye. Dibrov, I. Gumeniuk, students,
Kharkiv National Automobile and Highway University

Abstract. The technique of assessing the durability of the undercarriage of heavy construction equipment created on the basis of automobile and tractor chassis has been presented. The technique assumes the use of modern software for 3D modelling and the strength finite element analysis.

Key words: undercarriage, durability, three-dimensional modeling, finite element analysis.

Введение

Под несущей системой подразумевается рама грузового автомобиля (рис. 1) или трактора, гусеничного (рис. 2), колесного (рис. 3). Шасси грузовых автомобилей и промышленные трактора (гусеничные и колесные) широко применяются для создания дорожно-

строительных, коммунальных машин и специальной техники, эти машины должны быть надежными и долговечными. Рама грузового автомобиля и тракторов – их базовая конструкция. Разрушение рамы полностью приводит к отказу в работе. Поломка продольных балок рамы вынуждает полностью разбирать машину для ремонта рамы или за-

мены ее на новую. Поэтому рама должна обладать, по сравнению с другими агрегатами, наибольшей долговечностью, быть надежной в эксплуатации в течение всего срока службы и списываться вместе с машиной при её окончательной выбраковке.

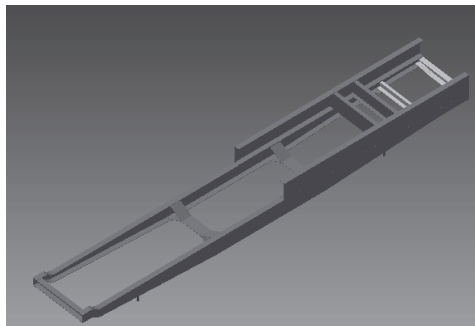


Рис. 1. Рама грузового автомобиля



Рис. 2. Рама гусеничного бульдозера



Рис. 3. Рама колесного погрузчика

Вместе с тем рама не должна иметь излишнего запаса прочности, а рассчитываться на долговечность, соответствующую экономически обоснованному сроку службы машины. На практике рамы часто разрушаются задолго до истечения срока службы и обладают значительно меньшей долговечностью,

чем другие агрегаты, не являющиеся базами.

Анализ публикаций

Казалось бы, что работы по повышению долговечности должны быть в первую очередь посвящены исследованию прочности рамы. Однако до сих пор прочность рамы – наименее изученный аспект в общей проблеме повышения долговечности машины.

Как отмечено в [1], две причины обусловили недостаточную изученность прочности рамы автомобиля.

Первая связана с тем, что рама не принадлежит к специфическим «автомобильным» агрегатам, а является скорее «строительной» конструкцией, условия работы которой и особенности проектирования до недавнего времени не были достаточно известны конструкторам-автомобилистам.

Вторая заключается в существующей недооценке циклического характера воздействия эксплуатационных нагрузок на раму и явлений усталости, определяющих основную массу разрушений элементов рам в эксплуатации. Пренебрежение опасностью усталостных разрушений особенно сильно сказывается на существующей практике опытной проверки разрабатываемых и восстанавливаемых рам на прочность.

Проверка рамы на прочность проводится до последнего времени лишь при дорожно-эксплуатационных и полигонных испытаниях машины, т.е. на стадии окончательного доведения конструкции, когда какие-либо кардинальные изменения в раму вносить уже очень трудно, а иногда и невозможно.

Первую из причин малой изученности прочности рамы уже удалось в значительной мере преодолеть введением теоретически обоснованного типового расчета на статическую прочность. Вклад в решение этой проблемы внесли Е.А. Чудаков, Б.В. Гольд, Г.Г. Баловнев, Н.Ф. Бочаров, В.Б. Проскуряков, М.Б. Школьников, М.Н. Закс, П.И. Сорокин, С.С. Дмитриченко и многие другие, а также зарубежные ученые – К. Эрц, И. Дойч, М. Ханке и ряд других. Успех работы этих ученых был достигнут использованием ими результатов, полученных в области строительной механики тонкостенных стержней и

рамных конструкций из тонкостенных элементов В.З. Власовым, Б.Н. Горбуновым, Д.В. Бычковым, А.А. Уманским, И.В. Урбаном, А.И. Стрельбицкой и другими учеными. Он заключался: в обобщении опыта эксплуатации автомобилей разных моделей в разных дорожных условиях; в анализе и систематизации эксплуатационных разрушений с использованием современных средств и методов механики материалов; в моделировании усталостных изломов рамных конструкций неразрушающими методами и путем прямых испытаний натурных узлов и рам под циклической нагрузкой; в использовании систематизированных эксплуатационных данных для контроля правильности методики и результатов усталостных испытаний в заводских условиях.

Цель и постановка задачи

Разработать методику оценки прочности несущих систем дорожно-строительных машин, созданных на базе автомобильных и тракторных шасси, с использованием современных компьютерных программ трехмерного моделирования и прочностного конечно-элементного анализа.

Методика оценки прочности несущих систем

В нашей работе предпринята попытка оценить прочность рамы автомобильного подъемника и разрешить в определенной мере следующие задачи: выяснить совокупность причин возникновения многочисленных эксплуатационных разрушений; разработать комплекс виртуальных компьютерных испытаний, позволяющих эффективно контролировать прочность и долговечность рам грузовых автомобилей и их отдельных элементов на всех этапах проектирования, доводки и ремонта конструкции; разработать основы технологии ремонта рам при возникновении типичных усталостных разрушений (рис. 4–6).



Рис. 4. Усталостные разрушения рамы

Важность разрешения первой из названных задач очевидна: не зная природы эксплуатационных разрушений, не исследовав напряженного состояния рамы в местах возникновения многочисленных разрушений, т.е. не зная действительной загруженности рамы в целом и ее элементов в отдельности, нельзя создать новую или улучшить существующую конструкцию так, чтобы она имела высокую усталостную прочность и долговечность, а также грамотно разработать технологию ее ремонта.



Рис. 5. Усталостные разрушения рамы

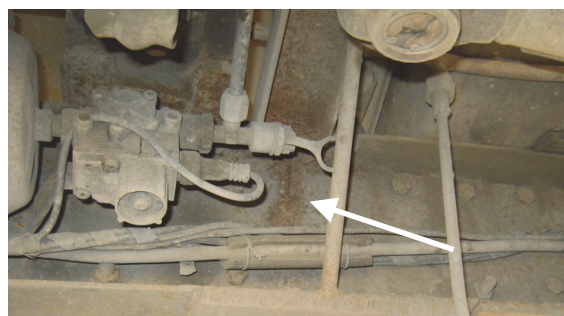


Рис. 6. Усталостные разрушения рамы

Для оценки напряженно-деформированного состояния была построена расчетная компьютерная модель металлоконструкции автомобильного подъемника (рис. 7).

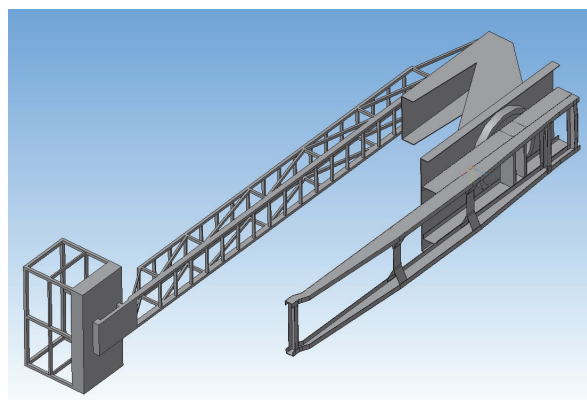


Рис. 7. Металлоконструкция автоподъемника

Используя систему Ansys-15, выполнен анализ прочности несущей системы автоподъемника (рис. 8). На основании проведенного расчета выполнена конструктивная модернизация рамы и подрамника. Модернизация заключалась в усилении ранее выявленных мест.

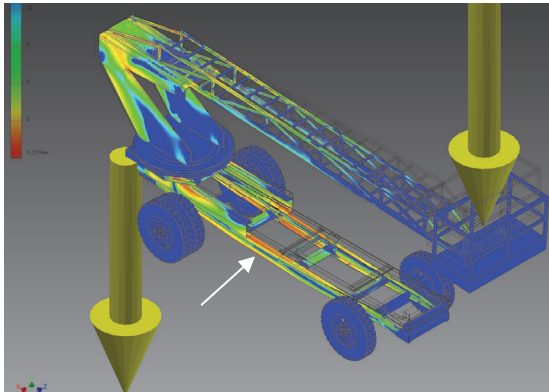


Рис. 8. Анализ прочности рамы автоподъемника

Аналогично была исследована несущая система гусеничного бульдозера на базе трактора Т-153 (рис. 9).

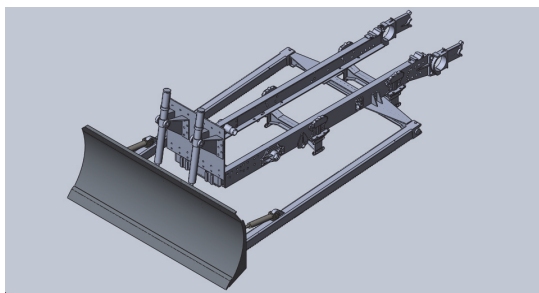


Рис. 9. Несущая система гусеничного бульдозера

При исследовании нагруженности несущей системы бульдозера (рис. 10) моделировались наиболее нагруженные режимы, а также удар отвалом в труднопреодолимое препятствие.

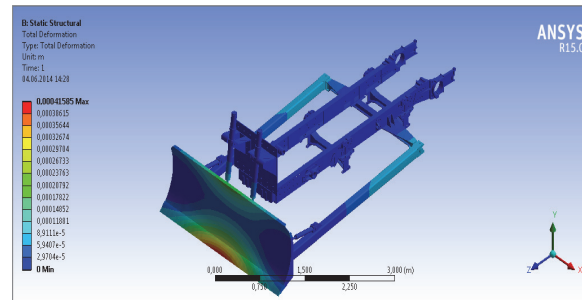


Рис. 10. Исследование нагруженности несущей системы гусеничного бульдозера

Выводы

Проведенные исследования позволили разработать методику оценки напряженно-деформированного состояния несущих систем дорожно-строительной техники, созданной на базе автомобильных шасси и промышленных тракторов. На основании полученных результатов проведена конструктивная модернизация рамы автоподъемника и гусеничного бульдозера.

Литература

1. Проскуряков В.Б. Динамика и прочность рам и корпусов транспортных машин / В.Б. Проскуряков. – Л.: Машиностроение, 1972. – 228 с.
2. Щербак О.В. Оценка прочности несущих систем спецтехники, созданных на базе автомобильных шасси / О.В. Щербак, С.И. Бойко, И.А. Гуменюк // Міжнародної науково-практичної конференції: зб. наук. пр. 3–5 жовтня 2013. – Кіровоград, 2013. – С. 156–160.

Рецензент: Е.С. Венцель, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 12 мая 2014 г.