

УДК 631.539.3

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

**В. Кухтов**, д-р тех. наук, проф.,

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко*

**О. Щербак**, канд. тех. наук, доцент,

*Харьковский национальный автомобильный университет*

**Д. Чаусов**,

*Харьковский филиал УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого*

*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 конечно-элементного анализа.*

**Ключевые слова:** *несущая система, прочность, трехмерное моделирование, конечно-элементный анализ.*

**Введение.** Под несущей системой подразумевается рама грузового автомобиля (рис. 1) или трактора, гусеничного (рис. 2), колесного (рис. 3). Шасси грузовых автомобилей и промышленные тракторы (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 замены 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.

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 базовыми.

**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.

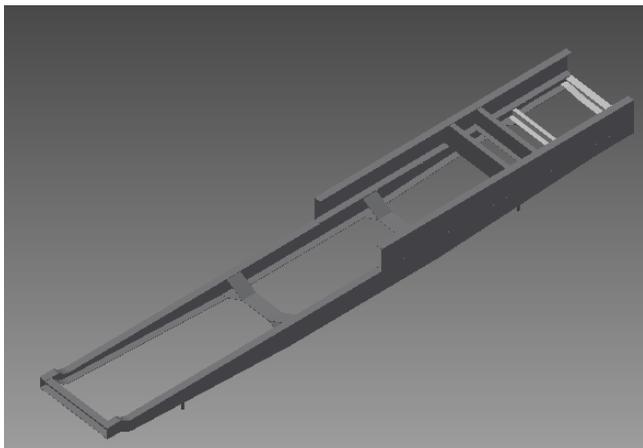


Рисунок 1 – Рама грузового автомобиля



Рисунок 2 – Рама гусеничного бульдозера

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.



Рисунок 3 – Рама колесного погрузчика

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 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 натуральных узлов и рам под циклической нагрузкой; в использовании систематизированных эксплуатационных данных для контроля правильности методики и результатов усталостных испытаний в заводских условиях.

**Цель исследования** – 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).



Рисунок 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.



Рисунок 5 – Усталостные разрушения рамы



Рисунок 6 – Усталостные разрушения рамы

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

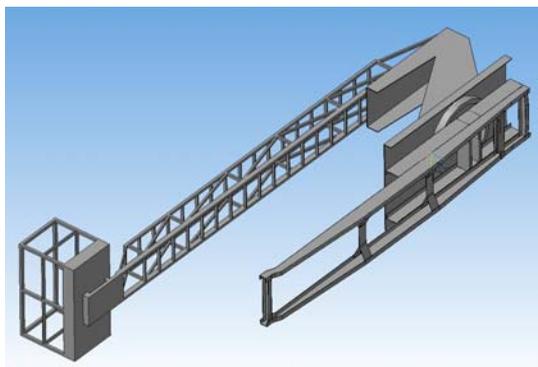


Рисунок 7 – Металлоконструкция автоподъемника

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.

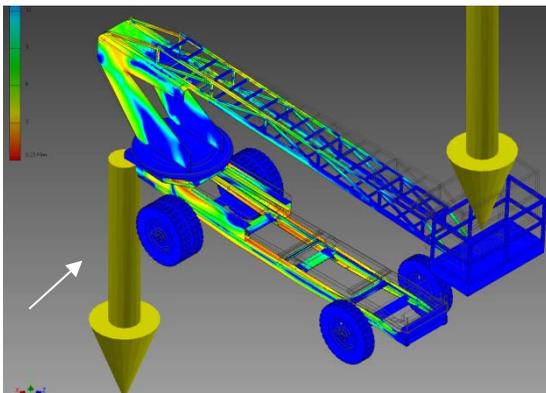


Рисунок 8 – Анализ прочности рамы автоподъемника

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

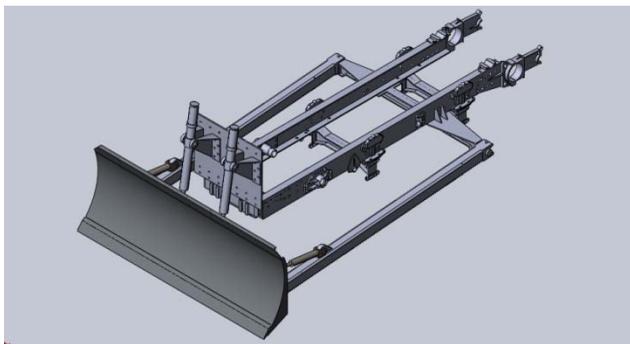


Рисунок 9 – Несущая система гусеничного бульдозера

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

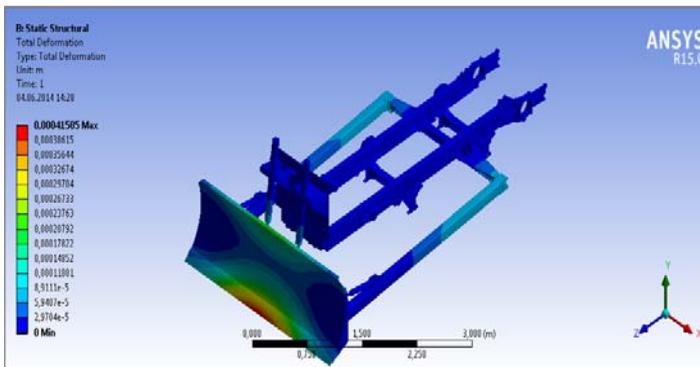


Рисунок 10 – Исследование нагруженности несущей системы гусеничного бульдозера

**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. – 227 с.
2. Щербак О.В. Оценка прочности несущих систем спецтехники, созданных на базе автомобильных шасси / О.В. Щербак, С.И. Бойко, И.А. Гуменюк // Зб. наук. праць. Міжнародної науково-практичної конференції, 3-5 жовтня 2013. – Кіровоград, 2013. – С. 156-160.

### Анотація

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

### Summary

*The technique of bearing systems durability assessing of road-construction machines developed on the basis of automobile and tractor chassis is presented. The technique assumes the use of modern computer programs of three-dimensional modeling and the strength finite element analysis.*