

специализированной системы автоматизированного анализа напряженно-деформированного состояния и синтеза корпусов легкобронных машин по критериям прочности и жесткости.

Список литературы: 1. *Ткачук Н.А., Пономарев Е.П., Медведева А.В., Миргородский Ю.Я., Малакей А.Н., Гриценко Г.Д.* Определение рациональных параметров элементов механических систем // *Механіка та машинобудування*. – 2001.– №1.2. – С.308-314. 2. *Гриценко Г.Д.* Интегрированная схема создания параметрических конечно-элементных моделей корпуса БТР для исследования его собственных колебаний // *Вісник Харківського державного політехнічного університету. Збірка наукових праць. Тематичний випуск: Технології в машинобудуванні*. –Харків: НТУ “ХПР”. – 2001, – № 7. – С.56-59. 3. *Васильев А.Ю., Пелешко Е.В.* Построение параметрических моделей корпусов многоцелевых транспортеров для расчета их прочностных и жесткостных характеристик // *Вісник НТУ “ХПИ”*. Збірник наукових праць. Тематичний випуск “Колісні та гусеничні машини спеціального призначення”. – Харків: НТУ “ХПИ”. – 2003. – №27 – С.102-112 4. *Веретельник Ю.В., Миргородский Ю.Я., Пелешко Е.В., Ткачук Н.А.* Параметрические модели элементов сложных систем как основа построения специализированных расчетных систем // *Механіка та машинобудування*. – 2003.– №1. – Том 2. – С.3-7. 5. *Васильев А.Ю., Малакей А.Н., Пелешко Е.В., Шталов О.Е.* К вопросу интегрированных систем анализа динамических процессов в корпусах транспортных средств специального назначения // *Механіка та машинобудування*. – 2004.– №1. С.46-55. 6. *Гриценко Г.Д., Малакей А.Н., Миргородский Ю.Я., Ткачук А.В., Ткачук Н.А.* Интегрированные методы исследования прочностных, жесткостных и динамических характеристик элементов сложных механических систем // *Механіка та машинобудування*. – 2002.– №1. – С.6-13.

Поступила в редколлегию 12.11.2005

УДК 539.3: 623.438

Е.П.ПОНОМАРЕВ, ОАО “ХТЗ”, ***А.Ю.ВАСИЛЬЕВ***, НТУ “ХПИ”

К ВОПРОСУ О ПРОВЕДЕНИИ МНОГОВАРИАНТНОГО АНАЛИЗА ДИНАМИКИ ПОВЕДЕНИЯ КОРПУСА МТ-ЛБ ПРИ ОДИНОЧНОМ ВЫСТРЕЛЕ

Розв’язана задача розробки методики багатоваріантного аналізу напружено-деформованого стану корпусу МТ-ЛБ при проведенні модернізації шляхом встановлення більш потужних модулів озброєння. Вибрані раціональні параметри для варіювання для розв’язання вказаної задачі.

The methods of multiple stressedly-deformed state analysis of the MT-LB hull during conducting of modernization by establishment of more powerful armament modules are developed. Efficient parameters for varying for the decision of the indicated task are chosen.

1. АКТУАЛЬНОСТЬ. Боевые машины серии МТ-ЛБ имеют более 80 различных модификаций и находятся на вооружении армий более 40 стран. Процесс модернизации представляет собой систему конструкторских, технологических, инженерных и научно-исследовательских проработок, объединенных целью повышения их тактико-технических характеристик [1, 2]. В

связи с широким разнообразием устанавливаемого на машины вооружения, большую актуальность приобретает многовариантный анализ поведения корпуса боевой машины (КБМ) при действии статических сил и особенно – при динамическом воздействии усилий во время стрельбы из установленного вооружения. В качестве базового примера выбран МТ-ЛБ с установленным боевым модулем “ГРОМ”, который содержит танковый пулемет ПКТ калибра 7,62 и 30-мм автоматическую пушку, гранатомет АГС-17 “Пламя”, ПТУР (рис. 1) [3].

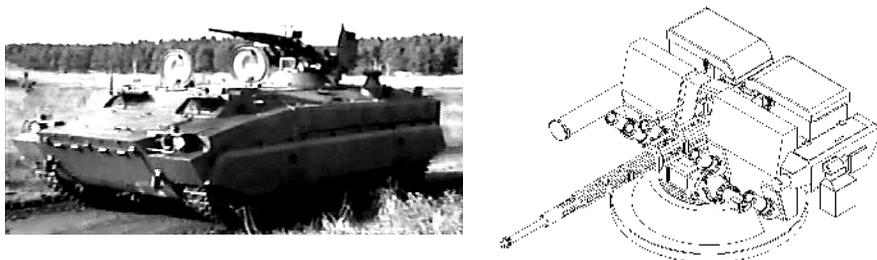


Рис. 1. Вариант модернизации гусеничного бронетранспортера-тягача установкой боевого модуля “Гром”

Ранее уже был описан подход к многовариантному анализу корпуса МТ-ЛБ для обеспечения оптимальных характеристик машины [4]. Однако в указанных статьях основной упор делался на расчеты при действии статических сил. В данной статье приводятся результаты расчетов динамической реакции корпуса МТ-ЛБ при одиночном выстреле из 30-мм пушки при различных направлениях стрельбы относительно корпуса.

2. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ. Для решения поставленной задачи об анализе и синтезе КБМ для обоснования конкретного варианта модернизации предполагается использовать обобщенный параметрический подход [5 – 7] совместно с методом конечных элементов [8, 9].

Использование обобщенного параметрического подхода предполагает выбор рациональных параметров, подлежащих варьированию при исследованиях, а также обоснованных контрольных величин, которые в дальнейшем будут участвовать в сравнении [7]. В рамках данной статьи рассматривается модернизация МТ-ЛБ путем установки нового боевого модуля. В связи с тем что в рамках данной работы решались задачи динамики, длительность каждого расчета выросла на несколько порядков по сравнению с аналогичной по размерности задачей статики. Поэтому было принято решение ограничить количество варьироваемых параметров. В качестве фиксированных параметров задавались:

- геометрия корпуса МТ-ЛБ;
- геометрия структуры усиления корпуса;
- геометрия боевого модуля;

- толщины листов корпуса и элементов структуры усиления;
- величины сосредоточенных масс, моделирующих внутреннее оборудование машины;
- величина сосредоточенной массы, моделирующей массу боевого модуля (БМ);

Так как исследовалось динамическое поведение корпуса при воздействии импульсной нагрузки от одиночного выстрела из установленного на МТ-ЛБ 30-мм орудия, то фиксировались также параметры импульса: время импульса и его амплитуда.

В качестве переменного параметра, от которого находились зависимости контрольных величин от времени, выступал курсовой угол, определяющий направление стрельбы относительно продольной оси машины (рис. 2).

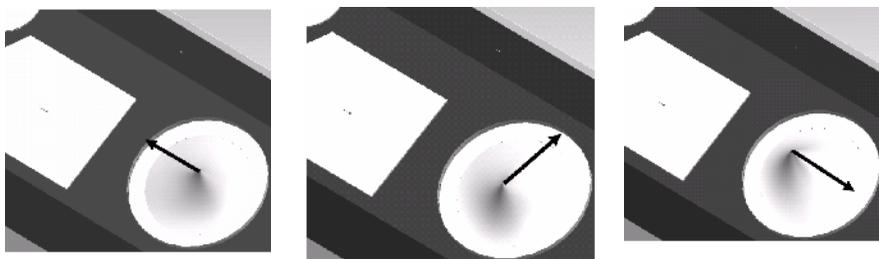


Рис. 2. Геометрия боевого модуля: при расчетах поворачивается на курсовой угол, задаваемый как один из варьируемых параметров

3. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ. Для обеспечения возможности проведения многовариантного анализа и синтеза МТ-ЛБ по указанному параметру была использована та же упрощенная параметрическая геометрическая модель корпуса МТ-ЛБ, что и в [4]. Дальнейшая доработка модели, расчет ее реакции и сбор интересующей информации происходили в САЕ системе ANSYS. Для автоматизации проведения многовариантных расчетов была написана специализированная программная оболочка на языке ObjectPascal, обеспечивающая взаимодействие между указанными программными комплексами и не требующая от пользователя знания указанных систем, а только задания конкретных значений варьируемых параметров. Структура работы созданной программы показана на рис. 3. Программа может легко расширяться под новые требования (дру-

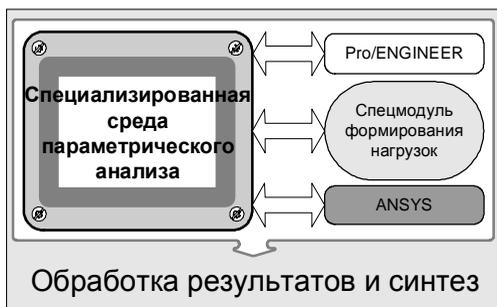


Рис. 3. Структура работы программы

гие входные и выходные параметры).

Расчет жесткостных, прочностных и динамических характеристик корпусов происходит с помощью метода конечных элементов [6, 7]. Основное соотношение метода для нахождения напряженно-деформированного состояния при динамическом нагружении:

$$[M]\{\ddot{X}\} + [C]\{\dot{X}\} + [K]\{X\} = [F(t)] \cdot \delta(t), \quad (1)$$

где $[M]$ – глобальная матрица масс; $[K]$ – глобальная матрица жесткости конечно-элементной модели; $[C]$ – глобальная матрица демпфирования; $\{X\}$ – искомый вектор узловых перемещений модели; $[F(t)] \cdot \delta(t)$ – глобальный вектор импульсных нагрузок.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ. При решении модельной задачи по анализу влияния направления стрельбы на НДС корпуса и угол наклона погона башни были получены качественные и количественные результаты. На рис. 4 показано изменение качественной характеристики деформирования корпуса при изменении направления стрельбы по отношению к продольной оси машины. На рис. 5 показаны качественные картины вертикальных колебаний некоторых точек корпуса расположенных вблизи погона башни при одиночном выстреле.

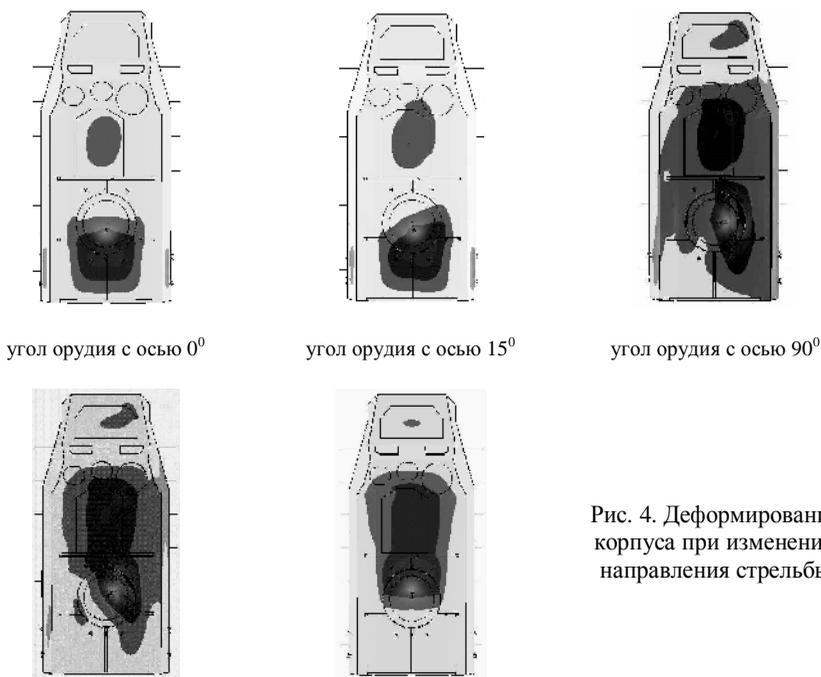


Рис. 4. Деформирование корпуса при изменении направления стрельбы

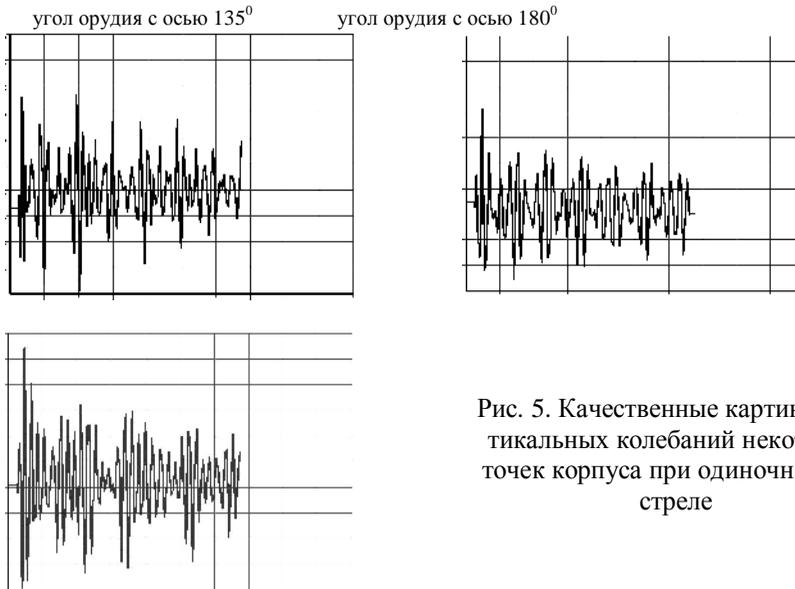


Рис. 5. Качественные картины вертикальных колебаний некоторых точек корпуса при одиночном выстреле

5. ВЫВОДЫ. Анализ полученных в ходе численных экспериментов результатов дает возможность сделать следующие выводы:

1. Разработан метод многовариантного анализа и напряженно-деформированного состояния корпусов под воздействием статических и динамических нагрузок.

2. Выбраны рациональные параметры для варьирования при решении задачи модернизации путем установки нового боевого модуля.

3. Построены параметрические геометрические, физические и математические модели корпуса МТ-ЛБ.

4. Создана программа, автоматизирующая проведение многовариантного анализа корпуса боевой машины.

5. Работоспособность методики была проверена путем решения ряда модельных задач.

В дальнейшем предполагается расширение функциональных возможностей разработанного программного обеспечения и созданных моделей, а также проведение конкретных исследований при реальных значениях варьируемых и фиксированных параметров.

Список литературы: 1. Васильев А.Ю., Мартыненко А.В., Шаталов О.Е. Пелешко Е.В., Назарова О.Л. Комплексный подход к модернизации корпусов легкобронированных машин с использованием современных программных комплексов – Праці Таврійської державної агротехнічної академії – Мелітополь: ТДАТА. – 2005. – 26. – С.169-174. 2. Васильев А.Ю., Малакей А.Н., Пелешко Е.В., Шаталов О.Е. К вопросу интегрированных систем анализа динамических процессов в корпусах транспортных средств специального назначения // Механіка та машинобудування. – 2004. – №1. С.46-55. 3. <http://www.morozov.com.ua/> - официальный сайт Казенного Предприятия 'Хар-

ьковское Конструкторское Бюро по Машиностроению им. А.А.Морозова. 4. Пономарев Е.П., Васильев А.Ю. К вопросу о проведении многовариантного анализа напряженно-деформированного состояния корпуса МТ-ЛБ // Механіка та машинобудування. – 2005 – №1. – С.289-294. 5. Гриценко Г.Д., Малакей А.Н., Миргородский Ю.Я., Ткачук А.В., Ткачук Н.А. Интегрированные методы исследования прочностных, жесткостных и динамических характеристик элементов сложных механических систем // Механіка та машинобудування. – 2002. – №1, С.6-13. 6. Ткачук Н.А., Гриценко Г.Д., Глуценко Э.В., Ткачук А.В. Программно-аппаратный комплекс для анализа и синтеза моделей элементов сложных механических систем // Вісник Національного технічного університету “ХПІ”. Тематичний випуск: “Динаміка і міцність машин”. Збірник наукових праць НТУ “ХПІ”. – Харків: НТУ “ХПІ”, 2004.– № 31. – С.154-165. 7. Ткачук Н.А., Пономарев Е.П., Медведєва А.В., Миргородский Ю.Я., Малакей А.Н., Гриценко Г.Д. Определение рациональных параметров элементов механических систем // Механіка та машинобудування. – 2001.– №1,2. – С.308-314. 8. Зенкевич О.К. Метод конечных элементов в технике. – М.: Мир, 1975. – 541 с. 9. Васильев А.Ю. К вопросу о деформировании корпусов транспортных средств при действии ударных нагрузок // Вісник Національного технічного університету “ХПІ”. Тематичний випуск: “Динаміка і міцність машин”. Збірник наукових праць НТУ “ХПІ”. – Харків: НТУ “ХПІ”, 2005.– № 47. – С.42-50.

Поступила в редколлегию 12.11.2005

УДК 539.3

Н.А. ТКАЧУК, докт.техн.наук, НТУ “ХПИ”,
Е.А. ОРЛОВ, Изюмский тепловозоремонтный завод, г. Изюм,
В.И. ГОЛОВЧЕНКО, Головной специализированный
конструкторско-технологический институт, г. Мариуполь,
Н.А. ГОГОЛЬ, Таврийская государственная агротехническая академия,
г. Мелитополь

ЭКСПРЕСС - МОДЕЛИ И ЭКСПРЕСС - СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ АНАЛИЗА И СИНТЕЗА ЭЛЕМЕНТОВ СЛОЖНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Описано технологію експрес-досліджень напружено-деформованого стану елементів складних механічних систем. Запропоновано технологію інтеграції експрес-моделей та експрес – систем у загальний ланцюг аналізу та синтезу машинобудівних конструкцій.

The technology of express-researches of stressed-deformed state of elements of complicated mechanical systems is described. Technology of integration of express-models and express-systems into general chain of analysis and synthesis of machine-building constructions is offered.

Введение. При проектировании элементов механических систем (ЭМС) в условиях дефицита времени, средств, вычислительных ресурсов, а также в силу естественной целесообразности во многих случаях существует потребность в “экспресс – моделях” (“ЭМ”) и “экспресс – системах” (“ЭС”) для оперативного решения возникающих задач анализа и синтеза. “Экспресс – модели” и “экспресс – системы” и могут создаваться в виде: аналитических зависимостей; баз данных, полученных на основе многовариантных расчетов