

Е.В. ПЕЛЕСЬКО, НТУ «ХПИ»

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КОРПУСОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Розв'язана задача розробки методики аналізу і розв'язання задачі синтезу різних типів корпусів транспортних засобів спеціального призначення. Запропонована схема спеціалізованої інтегрованої системи аналізу і синтезу корпусів, а також інтегральні характеристики міцності і жорсткості.

The analysis procedure development problem and the synthesis solution problem of different types of special-purpose vehicle hulls is solved. The specialized integrated system scheme of the analysis and a synthesis of hulls, and also integrated performances of strength and stiffness is offered.

1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

При модернизации транспортных средств специального назначения очень часто возникает необходимость решать множество однотипных задач с небольшими или существенными изменениями исходных данных. При этом возникает необходимость создания собственной надстройки. В работах [1-5] разработаны некоторые подходы к исследованию напряженно-деформированного состояния (НДС), параметрическому анализу и синтезу корпусов по критериям жесткости и прочности. В частности, в работе [6] было предложено применение наряду с универсальными проектно-расчетными программными пакетами также специализированных расчетных модулей для анализа напряженно-деформированного состояния корпуса транспортного средства специального назначения при воздействии различных нагрузок. Специализированные модули позволяют учитывать особенности задачи, такие как действующие на конструкцию нагрузки, граничные условия и другие.

В то же время для решения вопроса о модернизации существующих транспортных средств или создания новых отсутствуют достаточно универсальные критерии оценки НДС, прочностных и жесткостных характеристик различных типов корпусов. Возникает вопрос о создании методики универсальной оценки и разработки методов анализа и решения задач синтеза различных корпусов транспортных средств специального назначения.

Ставится задача разработки прочностных и жесткостных характеристик НДС как целевой функции или ограничительного фактора в задачах синтеза.

Для этого предлагается на примере корпуса БТР-80 исследовать поведение характерных прочностных и жесткостных параметров как функций конструктивных параметров и режимов силового воздействия.

2. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Предлагается обобщенный параметрический подход к описанию классов

проектируемых, исследуемых и изготавливаемых деталей, систем, узлов и агрегатов. Его суть в том, что в качестве обобщенных параметров принимаются не только геометрические параметры, величины сил, физико-механические характеристики (т.е. параметры в традиционном понимании), но и виды конструкторских решений, характерные особенности расчетных схем, применяемые способы дискретизации задач анализа.

Для построения параметрических геометрических моделей предлагается использовать универсальную систему автоматизированного проектирования (CAD) высокого уровня Pro/ENGINEER. Для расчета НДС корпусов транспортных средств специального назначения при варьировании различных конструктивных параметров и конструктивных решений используются системы Pro/Mechanica и ANSYS.

Для взаимодействия между различными системами, варьирования параметров и задания нагрузок предлагается использовать специализированный модуль, являющийся управляющим для универсальных систем (рис. 1).

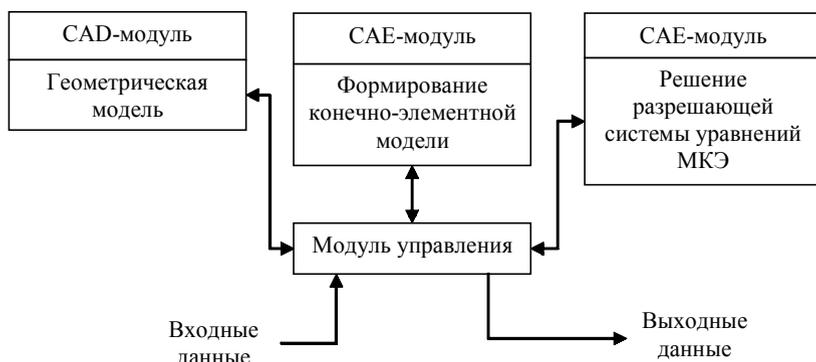


Рисунок 1 – Схема специализированной интегрированной системы автоматизированного анализа и синтеза

В качестве силового воздействия при расчете напряженно-деформированного состояния корпусов предлагается использовать режимы эксплуатации транспортных средств специального назначения: ведение стрельбы очередью из орудия в различных направлениях, диагональное вывешивание, переезд широкого рва, поворот на косяге, воздействие взрывной волны, движение по пересеченной местности и т.д.

Для оценки НДС корпуса в качестве характерных жесткостных параметров на основе опыта предлагается взять перемещения, углы поворота и напряжения в характерных точках (рис. 2).

После получения значений жесткостных параметров находятся относительные податливости конструкции.

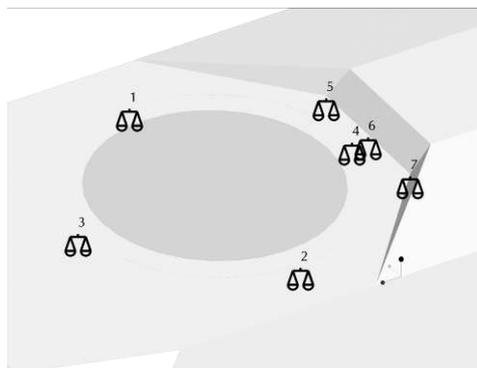


Рисунок 2 – Характерные точки, значения НДС в которых выступают в качестве жесткостных параметров

$$\begin{cases} w = c_w \cdot P \\ \varphi_x = c_{\varphi x} \cdot P \\ \varphi_y = c_{\varphi y} \cdot P \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} c_w = w / P \\ c_{\varphi x} = \varphi_x / P \\ c_{\varphi y} = \varphi_y / P, \end{cases}$$

где: w, φ_x, φ_y – жесткостные параметры;
 P – нагрузка;
 $c_w, c_{\varphi x}, c_{\varphi y}$ – податливости конструкции.

Для сравнения различных типов корпусов предлагается ввести относительные податливости корпуса, например отнесенные к массе корпуса при варьировании толщин листов, дополнительных балок и т.д.:

$$C^* = C/M,$$

где: C^* – относительные податливости корпуса,
 M – масса корпуса,
 C – податливости корпуса.

Полученные относительные податливости корпуса позволяют сравнивать различные типы корпусов для разных характеров нагружения при варьировании конструктивных параметров.

3. ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Построена параметрическая модель корпуса БТР-80 в универсальной САПР-системе Pro/ENGINEER. В качестве варьируемых параметров могут выступать податливость подвески, толщины бронелистов, материал, а также различные конструктивные решения, такие как опорные и поперечные балки, коконовая схема усиления и др. Нагрузка представляется в виде разложения на силу и момент. Точка приложения нагрузки показана на рис. 3.

Для корпуса БТР-80 были получены расчеты НДС корпуса в характерных точках при варьировании различными конструктивными параметрами. Характер перемещения корпуса при динамической нагрузке в характерной

точке показан на рис. 4.

Варьирование режимов стрельбы осуществляется в виде изменения двух параметров (углов) направления приложения сил и моментов. Результаты для точки (3) представлены на рис. 5.

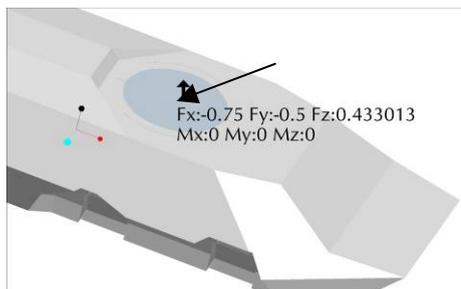


Рисунок 3 – Характер нагружения (силы и моменты)

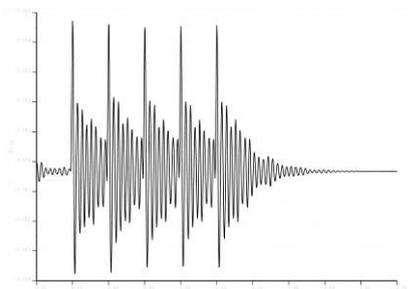


Рисунок 4 – Характер перемещения корпуса при динамической нагрузке в точке (1)

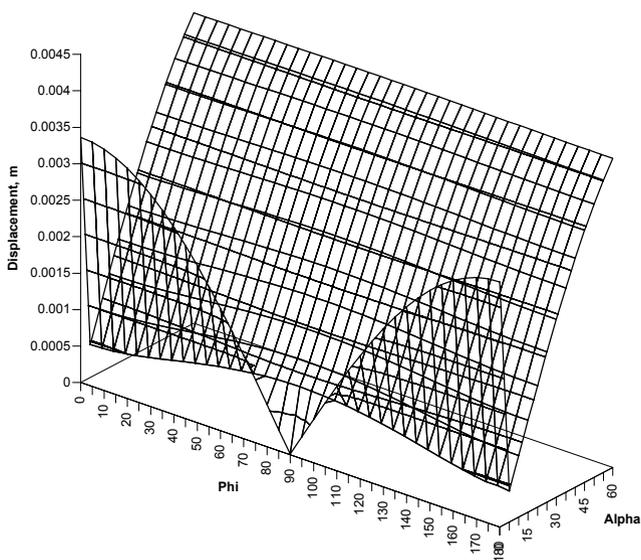


Рисунок 5 – Максимальные перемещения в точке (3) при варьировании режимов стрельбы

На рис. 6. показано влияние жесткости подвески транспортного средства на максимальные перемещения в точке (3).

Одним из вариантов увеличения жесткости корпуса является так называемый «пояс», представляющий собой дополнительные листы, опоя-

сывающие место крепления боевого модуля. Результаты (максимальные перемещения в точке (3)) при варьировании толщины «пояса» изображены на рис. 7.

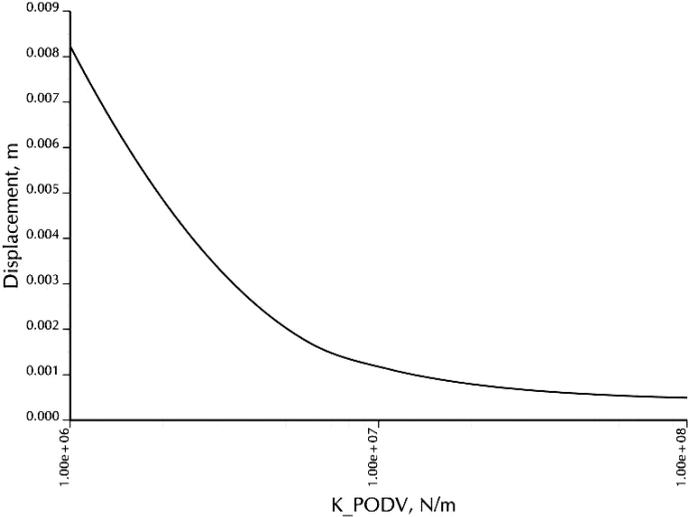


Рисунок 6 – Максимальные перемещения в точке (3) при варьировании жесткости подвески

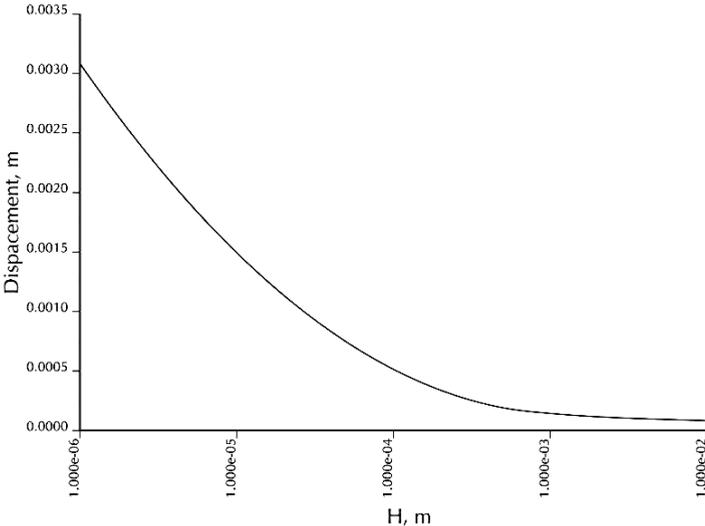


Рисунок 7 – Максимальные перемещения в точке (3) при варьировании толщины «пояса»

Полученные данные могут быть использованы для получения относительных параметров жесткости. На основе относительных параметров могут быть составлены критерии оценки корпусов. В свою очередь на основе этих критериев осуществляется дальнейшее сравнение различных типов корпусов транспортных средств специального назначения.

4. ВЫВОДЫ

1. В статье разработана методика анализа и решения задачи синтеза различных типов корпусов транспортных средств специального назначения.
2. Предложена схема специализированной интегрированной системы анализа и синтеза корпусов транспортных средств специального назначения.
3. Построены параметрические модели различных типов корпусов транспортных средств специального назначения.
4. Предложены интегральные характеристики прочности и жесткости, которые естественно и непрерывно зависят от варьируемых параметров.

С использованием предложенных систем, моделей, характеристик возможна постановка и решение задач параметрического анализа и синтеза различных типов корпусов транспортных средств специального назначения.

Список литературы: 1. *Гриценко Г.Д.* Интегрированная схема создания параметрических конечно-элементных моделей корпуса БТР для исследования его собственных колебаний // *Машинобудування: Вісник Харківського державного політехнічного університету. Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Технології в машинобудуванні.* – Харків: НТУ «ХП». – 2001. – № 7. – С. 56-59. 2. *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. 3. *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. 4. *Васильев А.Ю., Пелешко Е.В.* Построение параметрических моделей корпусов многоцелевых транспортеров для расчета их прочностных и жесткостных характеристик // *Вісник НТУ «ХП».* Збірник наукових праць. Тематичний випуск «Колісні та гусеничні машини спеціального призначення». – Харків: НТУ «ХП». – 2003. – № 27 – С. 102-112 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 14.06.2005.