

Секция «КОНСТРУИРОВАНИЕ, ИСПЫТАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВО
АВТОМОБИЛЕЙ»

ошиновкой близки по величине, однако, при круговом движении возникает паразитная мощность, вследствие этого увеличивается необходимая мощность для вращения колеса на 79%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Совершенствование привода сдвоенных колес карьерного автотранспорта. Бобровник А.И., Поздняков Н.А., Варфоломеева Т.А., Гедроить Г.И. Современные проблемы проектирования автомобилей. Материалы международной научно-практической конференции. Минск, БНТУ, 2015 г.
2. Н.В. Рачејка, Tyre and Vehicle Dynamics, 2002, Butterworth-Heinemann, ISBN 0 7506 5141 5.

Представлено 16.05.2019

УДК 629.114.4

ОСНОВЫ КОМПЛЕКСНОЙ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ
УСТАЛОСТНОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ
КОНСТРУКЦИЙ МАШИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
FUNDAMENTALS OF COMPLEX METHODS FOR EVALUATION
THE FATIGUE LIFE OF WELDED JOINTS FOR MACHINES
STRUCTURES USING COMPUTER SIMULATION

С.А. Шляжко, Э.В. Лисовский, П.С. Литвинюк,
Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси,
г.Минск, Республика Беларусь
S. Shlyazhko, E. Lisovski, P. Litvinuk,
The Joint Institute of Mechanical Engineering of the National Academy
of Sciences of Republic of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

Аннотация. Приведены методические рекомендации к оценке усталостной долговечности сварных соединений элементов несущих конструкции машин на основе комплексного применения технологий компьютерного моделирования процессов. Рассматривается

Секция «КОНСТРУИРОВАНИЕ, ИСПЫТАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВО
АВТОМОБИЛЕЙ»

решение задач: определения нагруженности конструкций при работе машины в типовых эксплуатационных условиях, расчета историй изменения напряжений и прогнозирования усталостной долговечности для наиболее нагруженных зон конструкций, содержащих сварные соединения. Расчетные исследования реализованы с использованием комплекса программных средств исследования многокомпонентных систем MSC.ADAMS, конечно-элементного анализа ANSYS и расчетной оценки усталостной долговечности nCODE Design Life.

Abstract. Methodical recommendations are given for the fatigue life evaluation for welded joints of bearing components of machines based on the integrated application of computer simulation technology processes. The following problems were considered: the load of structures during machine operation under typical operating conditions determination, stress history calculation and fatigue life prediction for the most loaded areas of structures containing welded joints. The computational studies were implemented using the software package systems MSC.ADAMS for the study of multicomponent, ANSYS for the finite element analysis and nCODE Design Life for the estimated fatigue life.

Ключевые слова: компьютерное моделирование, несущие системы, напряженно-деформированное состояние, усталостная долговечность.

Key words: computer simulation, carrier systems, stress-strain state, fatigue life.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из основных причин выхода из строя в эксплуатации несущих конструкций машин является накопление усталостных повреждений в результате действия переменных нагрузок. Компьютерное моделирование на стадии проектирования позволяет исключить ряд возможных ошибок, находить наиболее эффективные варианты конструкций, сокращать количество прототипов, тем самым сокращая материальные затраты. Разработанные методические рекомендации на основе комплексного применения технологий компьютерного мо-

делирования позволяют спрогнозировать усталостную долговечность сварных соединений с учетом истории нагружения конструкции при заданных режимах эксплуатации.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ОЦЕНКЕ УСТАЛОСТНОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ КОНСТРУКЦИЙ МАШИН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Предлагаемые методические рекомендации к расчёту усталостной долговечности сварных соединений конструкций машин предназначены для реализации на базе комплекса программного обеспечения, приведенного на рисунке 1.

Использование данного набора программ позволяет на первой стадии расчета определить динамические нагрузки, действующие на несущие конструкции в типовых или заданных условиях эксплуатации. На второй – историю изменения напряженно-деформированного состояния (НДС) конструкции и на заключительной стадии – спрогнозировать ее ресурс по критерию усталости [1].

Разработанный комплекс рекомендаций позволяет использовать положения и базы данных по свойствам типовых сварных соединений различных нормативных документов, например, британского стандарта по расчёту усталостной долговечности сварных соединений BS 7608:2014 [2].

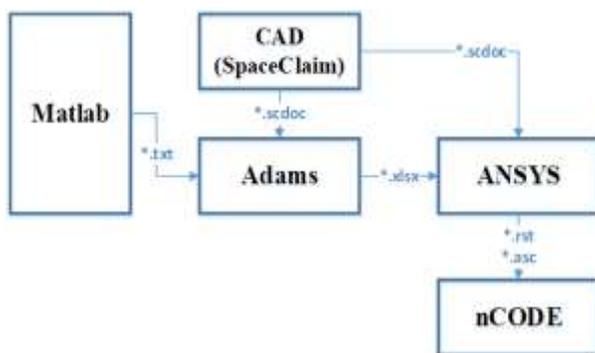


Рисунок 1 – Схема взаимосвязи программного обеспечения

*Секция «КОНСТРУИРОВАНИЕ, ИСПЫТАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВО
АВТОМОБИЛЕЙ»*

Основные этапы процесса расчетной оценки усталостной долговечности сварных соединений конструкции машин представлены на рисунке 2.

На начальном этапе производится анализ и формирование типовых режимов эксплуатации машины для заданных режимов эксплуатации. Данные режимы рассматриваются в привязке к конкретному рассматриваемому участку дороги. Производится обработка накопленных статистических данных по микро- и макропрофилю дороги в Matlab. Обработанные данные в Matlab в дальнейшем используются в программе ADAMS для задания микро- и макропрофиля дороги. С использованием динамической модели машины в ADAMS выполняется моделирование заданных режимов движения по результатам которых генерируются процессы нагружения интересующих несущих конструкций. Эти процессы на следующем этапе передаются в ANSYS для расчета НДС конструкции.

В среде программного комплекса ANSYS на основе трехмерной геометрической модели несущей системы автомобиля создается расчетная конечно-элементная модель. Она должна учитывать контактные пары, кинематические связи и свойства материалов.

Далее выполняется анализ результатов расчета НДС и выявляются наиболее нагруженные зоны конструкции.

Расчет НДС подмодели выполняется на основании перемещений узлов основной модели, прикладываемых по границам подмодели. Генерируются файлы результатов с расширением *.rst. Далее осуществляется экспорт результатов моделирования (файлов *.rst) в программный комплекс *nCODE Design Life*.

На следующем этапе в *nCODE Design Life* осуществляется построение дерева расчета на основе решателя для оценки многоцикловой усталости SN Fatigue. Заранее сформированным группам Named Selection задаются усталостные характеристики материалов соответствующего типа сварного соединения [3].

После этого осуществляется описание особенностей рассматриваемых режимов нагружения, необходимых для схематизации историй нагружения, суммирования усталостных повреждений, а также формирования формы представления результатов расчета долговечности.

Секция «КОНСТРУИРОВАНИЕ, ИСПЫТАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВО
АВТОМОБИЛЕЙ»

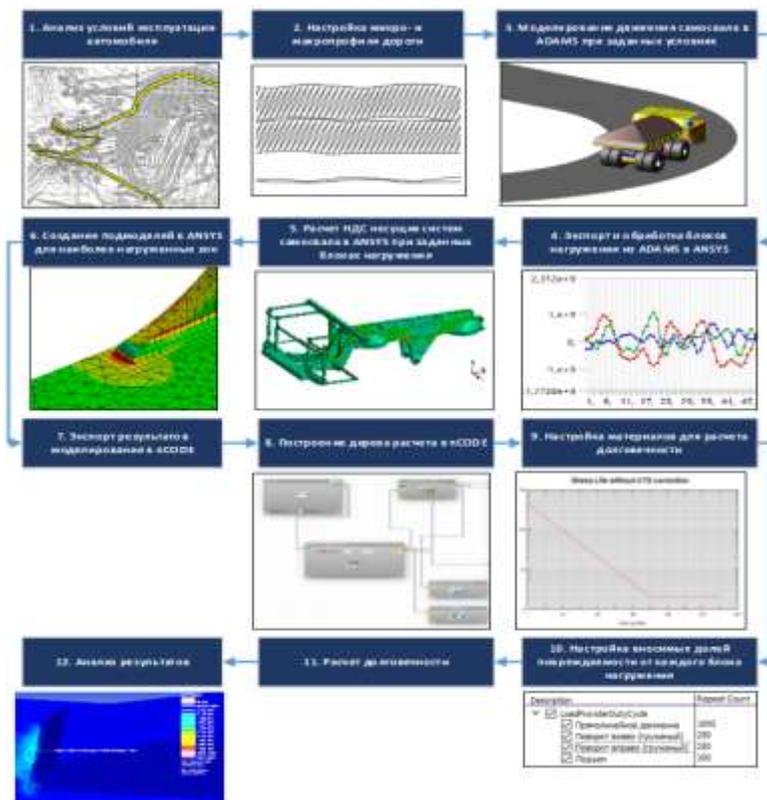


Рисунок 2 – Основные этапы процесса расчетной оценки усталостной долговечности сварных соединений конструкций машин

На заключительном этапе выполняется вывод полученных результатов расчета усталостной долговечности конструкции в форме и виде наиболее удобном для дальнейшего анализа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанные методические указания позволяют избежать ряда ошибок при создании компьютерной модели, снизить субъективизм принятия решений, повысить качество расчетных моделей, а также применять систематический подход

ЛИТЕРАТУРА

1. Шмелёв, А. В. Совершенствование методов схематизации случайных процессов нагружения и расчета усталостной долговечности несущих конструкций грузовых автомобилей: дис. к-та техн. наук: 01.02.06 / А. В. Шмелёв. – Минск, 2010.

2. Guide to fatigue design and assessment of steel products: BS 7608:2014+A1:2015. – 31.03.2014. – The British Standards Institution.

3. Почтенный Е.К. Прогнозирование долговечности и диагностика усталости деталей машин. – Минск, Наука и техника, 1983, 246 с.ил.

4. Расчеты и испытания на прочность в машиностроении. Методы испытаний на многоцикловую усталость деталей машин, элементов конструкций и полуфабрикатов / Метод. указан. часть I (2-я редакция). – Минск, ИНДМАШ АН БССР, 1980. – 27 с.

5. Расчетные методы оценки характеристик сопротивления усталости материалов и элементов конструкций: Учебное пособие/Степнов М.Н. – М.: МАТИ, 2003. – 119 с.

Представлено 16.05.2019