

УДК 621.787, 539.319

РАЗРАБОТКА ПОДПРОГРАММЫ РАСЧЁТА КРИТЕРИЯ СРЕДНЕИНТЕГРАЛЬНЫХ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ

Костичев В. Э., Муртазин В. М., Шадрин В. К.

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва, г. Самара

В данной работе предпринята попытка оценки приращения предела выносливости коленчатого вала теплового двигателя ЯМЗ-238 по критерию среднеинтегральных остаточных напряжений [1, 2] расчётным методом с применением методики динамического моделирования [3].

В работе [4] по результатам анализа технической документации определены зоны разрушения коленчатого вала, на основании которого предложен расчётный способ определения уровня и характера распределения остаточных напряжений по толщине поверхностного слоя галтелей коленчатого вала. Задача решена средствами программного комплекса ANSYS/LS-DYNA. При решении учитывались модели заготовки вала, а также элементы технологической оснастки, инструмента и оборудования для обкатки коренных и шатунных шеек роликом. Особое внимание уделялось описанию граничных условий по времени, наиболее точно отражающих процесс упрочнения. Осуществлялся выбор типов элемента и модели материала, учитывающих особенности протекания процесса упрочнения, а также задание иных параметров, влияющих на динамическую составляющую расчёта.

В результате получено напряжённо-деформированное состояние (НДС) коленчатого вала после упрочнения, на основе которого определены остаточные напряжения по толщине поверхностного слоя.

Критерий среднеинтегральных остаточных напряжений $\bar{\sigma}_{ост}$ [2], необходимый для определения приращения предела выносливости с помощью эпюры распределения остаточных напряжений, вычисляется аналитическим способом по формуле Симпсона, так как расчёт приращения предела выносливости упрочнённых поверхностным пластическим деформированием (ППД) деталей средствами ANSYS/LS-DYNA не предусмотрен.

В настоящем исследовании разработана методика расчёта приращения предела выносливости в среде ANSYS/LS-DYNA, используя язык программирования ANSYS – APDL.

С использованием параметрического языка программирования APDL создана подпрограмма для ANSYS/LS-DYNA, считывающая полученные после расчёта напряжённо-деформированного состояния данные и производящая непосредственный расчёт среднеинтегральных остаточных напряжений и, в итоге, приращение предела выносливости. Блок-схема подпрограммы представлена на рис. 1.

Подпрограмма интегрирована в интерфейс ANSYS/LS-DYNA с помощью функции «EditToolBar».

Выполнение подпрограммы позволило произвести расчёт приращения предела выносливости по критерию среднеинтегральных остаточных напряжений средствами программного комплекса ANSYS/LS-DYNA.

Совпадение расчётов, проведённых аналитическим способом, с расчётами по разработанной программе позволяет сделать вывод о корректности и работоспособности разработанной подпрограммы расчёта критерия среднеинтегральных остаточных напряжений.

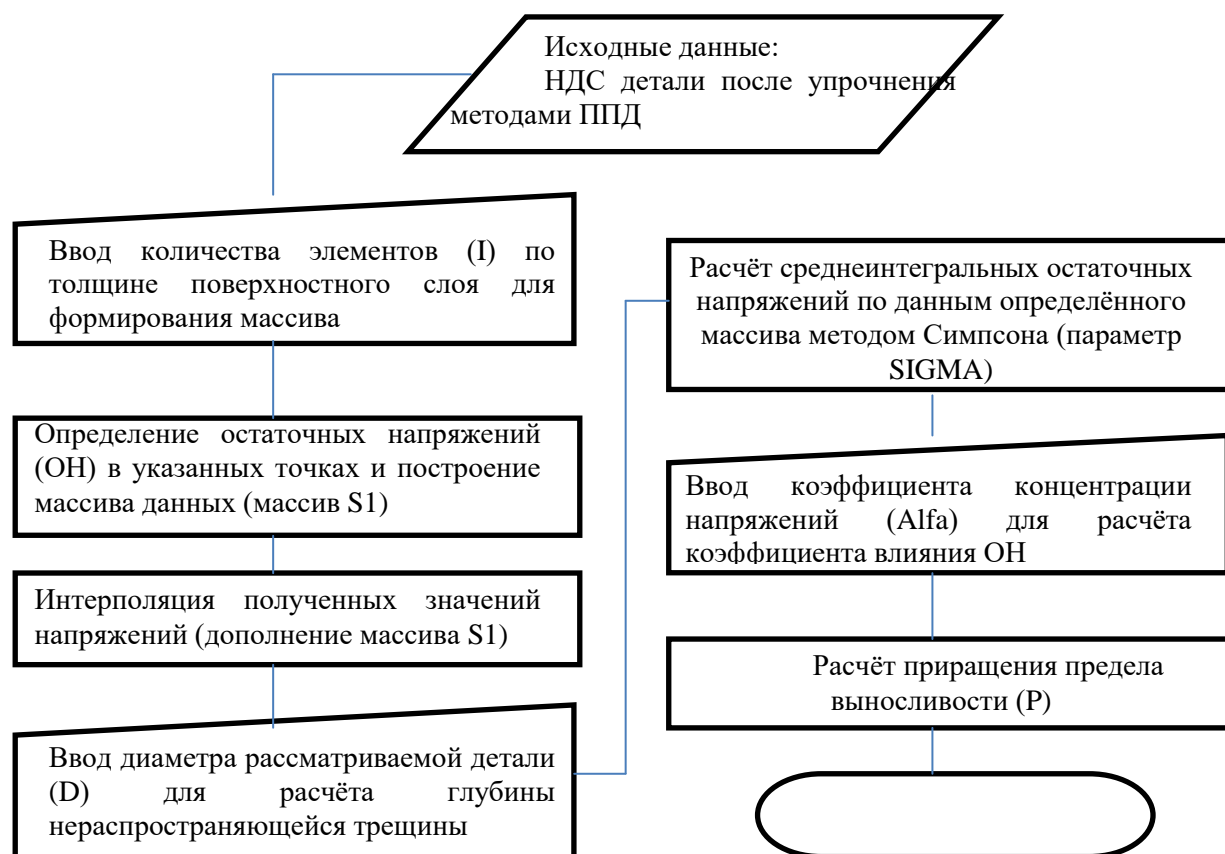


Рис. 1. Блок-схема подпрограммы расчёта критерия среднеинтегральных остаточных напряжений

Для автоматизации процесса определения приращения предела выносливости коленчатого вала теплового двигателя разработана подпрограмма вычисления критерия среднеинтегральных остаточных напряжений по полученному с помощью расчётного комплекса ANSYS/LS-DYNA напряжённо-деформированному состоянию вала. Результаты исследования позволяют автоматизировать процесс расчётов.

Библиографический список

1. Павлов, В. Ф. Прогнозирование сопротивления усталости поверхностно упрочнённых деталей по остаточным напряжениям [Текст] / В. Ф. Павлов, В. А. Кирпичёв, В. С. Вакулук. – Самара: Издательство СНЦ РАН, 2012. – 125 с.
2. Павлов, В. Ф. О связи остаточных напряжений и предела выносливости при изгибе в условиях концентрации напряжений [Текст] / В. Ф. Павлов // Известия вузов. Машиностроение. – 1986. – №8. – С. 29-32.
3. Букатый, А. С. Повышение сопротивления усталости деталей технологическими методами с использованием динамического моделирования [Текст] / А. С. Букатый, В. Э. Костичев, Е. А. Денискина // Проблемы и перспективы развития двигателестроения. – 2014. – Ч.1. – С. 231-232.
4. Костичев, В. Э. Применение динамического моделирования для оценки влияния упрочняющей обработки на сопротивление усталости [Текст] / В. Э. Костичев // Вестник СГАУ. – 2015. – Т14. – Ч.1. – С.147-153.