

УДК 629.424.3

**3D МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОРШНЯ ТЕПЛОВОЗНОГО
ДВИГАТЕЛЯ K6S310D С ЦЕЛЮ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОФИЛЯ**
3D MODELING OF THE PISTON OF THE K6S310D THERMAL
ENGINE WITH THE PURPOSE OF OPTIMIZATION OF THE
PROFILE

В.А. Лодня, канд. техн. наук, доц., Е.В. Трояков
Белорусский государственный университет транспорта
г. Гомель, Беларусь

V. Lodnya, Ph.D. in Engineering, Associate Professor, E.V. Troyakov
Belarusian State University of Transport, Gomel, Belarus

Рассмотрена возможность и результаты расчетного исследования по изменению конструкции профиля поршня, связанного с появлением задиров на его поверхности. Была построена 3D CAD модель поршня и деталей цилиндропоршневой группы, для проведения конечно-элементных расчетов и дальнейшего анализа полученных результатов с целью определения профиля поршня обеспечивающего «беззадирную» работу пары «поршень-втулка цилиндра» для всех режимов работы, минуя натурный эксперимент.

The possibility and results of a design study on the modification of the profile of a piston associated with the appearance of scuffs on its surface are considered. A 3D CAD model of the piston and cylinder-piston group parts was constructed to perform finite element calculations and further analysis of the results obtained in order to determine the profile of the piston ensuring the "non-spurious" work of the piston-bush cylinder pair for all operating modes, bypassing the full-scale experiment.

ВВЕДЕНИЕ

В процессе эксплуатации тепловозного дизеля K6S310DR, одной из важнейших проблем является возникновение неисправности у среднего поршня, связанные с появления «задиров» на его поверхности. Для решения этой многофакторной задачи требуются средства CAD/CAE-моделирования для построения 3D CAD моделей деталей цилиндропоршневой группы, то есть актуальность данной работы заключается в определении причин возникновения «задиров» поршня дизеля K6S310DR при помощи 3D CAD моделей, что приведет к

уменьшению ремонтных расходов. Применение параметризированной 3D CAD модели конструкции, максимально точно описывающей проектируемый объект наиболее эффективно, с точки зрения экономии средств и времени. Т.о. целью данной работы является разработка конечно-элементной модели цилиндропоршневой группы дизеля K6S310DR, для проведения конечно-элементных расчетов, дальнейшего анализа полученных результатов с целью определения профиля поршня обеспечивающего «беззадирную» работу двигателя для всех режимов работы, минуя натурный эксперимент.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЙ МОДЕЛИ ПОРШНЯ ДИЗЕЛЯ K6S310DR

Дизель K6S310DR вместе с тяговым генератором постоянного тока образует силовую установку тепловоза ЧМЭЗ, энергия которой используется для получения силы тяги. Дизель шестицилиндровый, четырехтактный, с вертикальным расположением цилиндров, водяным охлаждением и наддувом. Порядок работы цилиндров 1 – 3 – 5 – 6 – 4 – 2. Номинальная мощность 993 кВт (1350 л.с.) при частоте вращения коленчатого вала 750 об/мин. Поршень воспринимает давление газов в 7,0 – 9,7 МПа (70 – 90 кгс/см²). Днище поршня вместе с цилиндрической втулкой и цилиндрической крышкой образует камеру сгорания равной 13 мм. Нижняя часть поршня – юбка – имеет цилиндрическую форму (диаметр 309,6 мм) и служит для направления поршня в цилиндрической втулке [1].

На первом этапе исследования были разработаны трехмерные твердотельные модели деталей цилиндропоршневой группы дизеля K6S310DR. Для обеспечения максимальной точности и адекватности моделей, проектирование велось параллельно с использованием CAD/CAE- систем проектирования SolidWorks /COSMOS и Autodesk Inventor. 3D CAD модели объектов исследования представлены на рисунке 1 и 2. Дальнейшие исследования сборочной 3D модели проводились в системе SolidWorks Simulation (рис.3), причем деформации от теплового нагружения определялись на режиме максимальной мощности, а силовые деформации – на режиме максимального момента при максимальном давлении в цилиндре. Данная система требует соблюдения базового алгоритма метода конечных элементов, предоставляя внутри каждого этапа определенную свободу в по-

Секция «ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ»

следовательности шагов подготовки модели и рассмотрении результатов. Расчетная сетка создается автоматическим строителем, и для твердых тел используются конечные элементы – тетраэдры черного качества или параболические тетраэдры высокого качества. Использование такого рода элементов позволяет повысить точность исследования.



Рисунок 1 – Процесс 3D моделирования поршня



Рисунок 2 – Сборочная 3D модель объекта исследования

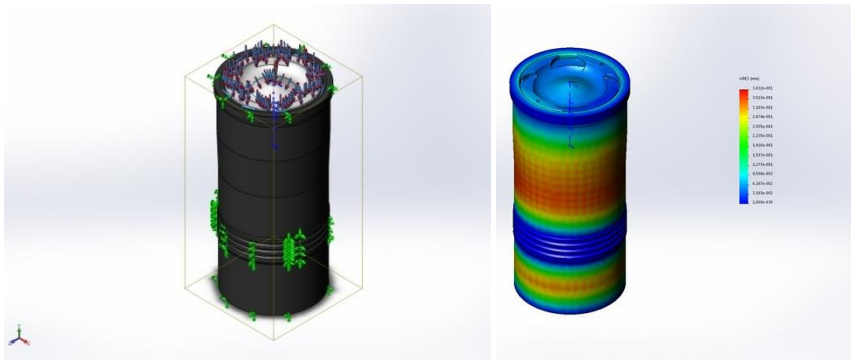


Рисунок 3 – Процесс исследования сборочной 3D модели

В результате проведенных исследований были определены картины возникающих напряжений и максимальные деформации в паре «поршень – втулка цилиндра» как в отдельности, так и при симуляции их совместной работы. Были определены наиболее вероятные

Секция «ДВИГАТЕЛИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ»

причины возникновения «задигов» поршня и пути их устранения. Корректирование профиля поршня по результатам исследования улучшит условия смазки пары «тронк поршня – зеркало цилиндра», что повысит моторесурс и снизит расход топлива дизеля. Проведение дальнейших исследований позволит более высокой вероятностью определить численные значения профиля поршня для обеспечения поставленной задачи.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, создание соответствующих методических подходов, позволяющих получить достоверный результат напряженно-деформированного состояния поршня позволит сократить затраты на его доводочные испытания и ремонтные работы, а также посредством корректирования профиля поршня улучшит условия смазки пары «тронк поршня – зеркало цилиндра», что повысит моторесурс двигателя и снизит расход топлива дизеля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нотик З.Х. Тепловозы ЧМЭЗ, ЧМЭЗТ, ЧМЭЗЭ: Пособие машинисту. – 2-е изд., перераб. и доп. / Нотик З.Х. – М: Транспорт, 1996. 444 с.
2. Профилирование юбок поршней: научное издание / [Б.Я. Гинзбург, Г.Я. Васильченко, Н.С. Судойский, И.А. Цимеринов]. – М.: Машиностроение, 1973. – 89 с.
3. Алямовский, А. А. Solid Works/COSMOSWorks. Инженерный анализ методом конечных элементов / А. А. Алямовский – М.: ДМК Пресс, 2004. – 432с.
4. Белогуб А. В. Геометрические и силовые граничные условия при анализе напряженно-деформированного состояния поршней методом конечных элементов / А.В. Белогуб, А.А. Зотов, М.А. Максимова // Двигатели внутреннего сгорания. – 2013. – № 2. – С. 70–75.