

ства, применение которого при механической запрессовке колесных пар вагонов на существующем прессовом оборудовании колесных цехов предприятий обеспечивает равномерное поступление жидкой смазки в достаточном количестве для создания масляного слоя на контактирующих поверхностях осей и колес. Предложенное малогабаритное устройство монтируется на прессовом оборудовании в виде дополнительной гидроголовки (навесной модуль).

Для исключения несовпадения геометрических продольных осей элементов колесных пар при формировании их механической запрессовкой (центрирования) и перераспределения аксиальной сдвигающей нагрузки с целью предотвращения повреждений осей и изгиба шеек целесообразно использовать гидрофицированное устройство (патент № 761 Республики Беларусь на полезную модель). В работе данного устройства реализуется принцип пропорционального перераспределения сдвигающего усилия от плунжера пресса, применяемого для формирования или распрессовки колесных пар вагонов, между торцевой поверхностью оси и круговой поверхностью галтели радиусом R20 шейки. Для этого используется гидроцилиндр высокого давления с расходящимися поршнями, который устанавливается соосно между плунжером пресса и осью колесной пары до начала осуществления процесса запрессовки (распрессовки) соединения с натягом. Один из поршней упомянутого устройства, выполненный в виде двух концентрично установленных по отношению друг к другу цилиндров, контактирует с торцом оси и шейкой колесной пары, а второй – воспринимает и передает продольное запрессовочное усилие пресса через вязкую гидросреду цилиндра высокого давления на торцевые поверхности элементов первого составного поршня.

Использование маслосъема колес с осей при нагнетании минерального масла с торца охватывающей детали демонтируемого соединения позволяет при ремонте колесных пар со сменой элементов широко использовать старогодные оси и производить повторное формирование соединений колес с осями с минимальными затратами на механическую обработку посадочных поверхностей при подготовке к сборке. Навесное гидрофицированное устройство к применяемым прессам для формирования и распрессовки колесных пар позволяет в несколько раз снизить потребное усилие сдвига при выпрессовке осей, сохранить поверхности подступичных частей последних от механических повреждений и разгрузить несущие элементы применяемого в ремонтном производстве прессового оборудования. С целью повышения эффективности демонтажа соединений с натягом колесных пар вагонов должна быть предусмотрена возможность изменения эффективной сдвигающей силы гидрораспрессовки в зависимости от величины давления рабочей жидкости (РЖ) во внутренней полости силового цилиндра устройства. Практически необходимо удерживать ось колесной пары от аксиального сдвига относительно ступицы колеса до того момента, пока давление РЖ по всей длине посадки не превысит контактное сжатие, вызываемое фактическим натягом в соединении, и образуется расклинивающая масляная прослойка в зоне сопряжения деталей, уменьшающаяся по толщине от места торцевого подвода масла в сопряжение до противоположного торца ступицы колеса. Используемый в зарубежной практике (скоростная линия Синкансен, Япония) гидросъем колес с осей комбинированным способом дает ощутимый технико-экономический эффект. При торцевом нагнетании масла в сопряжение повышается эффективность применения технологии гидрораспрессовочных работ при формировании и демонтаже колесных пар подвижного состава рельсового транспорта.

УДК 629.423.31

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ МЕТОДОМ ПОСТРОЕНИЯ И АНАЛИЗА 3D-МОДЕЛЕЙ

В. А. ЛОДНЯ, Д. Д. СУПРУН

Белорусский государственный университет транспорта

В данной работе ставилась задача прогнозирования поведения и оптимизации реальной конструкции кривошипно-шатунного механизма (КШМ) дизельного двигателя МД-8, используя САД системы. Особое внимание уделялось получению максимальной точности и адекватности 3D-моделей реальным деталям КШМ. Для выполнения поставленной задачи использовалась программа COSMOS WORKS 6.0 в комплексе с системой твердотельного параметрического моделирования

SolidWorks в связи с высокой скоростью вычислений, достигнутой за счет применения технологии FFE (метод "быстрых" конечных элементов), и возможностью оперативно моделировать технически сложные объекты.

Исходными данными для проектирования являлись данные теплового, динамического расчета и индцирования двигателя внутреннего сгорания (ДВС), определяющие основные тепловые и динамические нагрузки, действующие на детали КШМ.

Проектирование происходило в несколько стадий. На первой стадии создавались твердотельные 3D-модели (рисунок 1) деталей КШМ, одновременно на этом этапе велась оптимизация по массе и ее распределению по деталям КШМ с целью уравнивания сил инерции вращающихся масс, т.е. обеспечивалось соблюдение двух условий:

- центр тяжести приведенной системы вала находится на оси вращения;
- сумма моментов центробежных сил инерции вращающихся масс относительно любой точки оси вала равняется нулю.

В свою очередь, это отражалось на абсолютных и относительных инерционных показателях деталей КШМ. Далее, исходя из предполагаемой схемы распределения величин расчетных сил и температур, действующих в кривошипно-шатунном механизме и его деталях, производился прочностной расчет наиболее нагруженных конструкций деталей методом конечных элементов. Анализ напряжений и деформаций позволяет выделить "наиболее уязвимые" места, требующие усиления. Существенно, что в процессе физического моделирования можно изменять способ разбиения трехмерного тела на конечные элементы, менять методы вычислений, добиваясь требуемой точности. На рисунке 2 приведена конечно-элементная модель и распределение температур по объему поршня дизеля МД-8 на режиме номинальной мощности ($N_e = 5,9 \text{ кВт}$, $n = 3000 \text{ мин}^{-1}$).

Среда COSMOS WORKS выполняет все функции анализа механических конструкций без выхода из SolidWorks. Данное обстоятельство позволило редактировать геометрию детали в связи с результатами расчета прямо на мониторе, изменять параметры материала и граничные условия и, запустив систему на расчет, получать ответ в виде многоцветной картины распределения напряжений или наглядной деформации модели. Результаты анализа также могут быть представлены как отчет в формате HTML либо в графическом (форматы BMP, JPG) или мультимедийном (форматы AVI, VRML, XGL) видах.

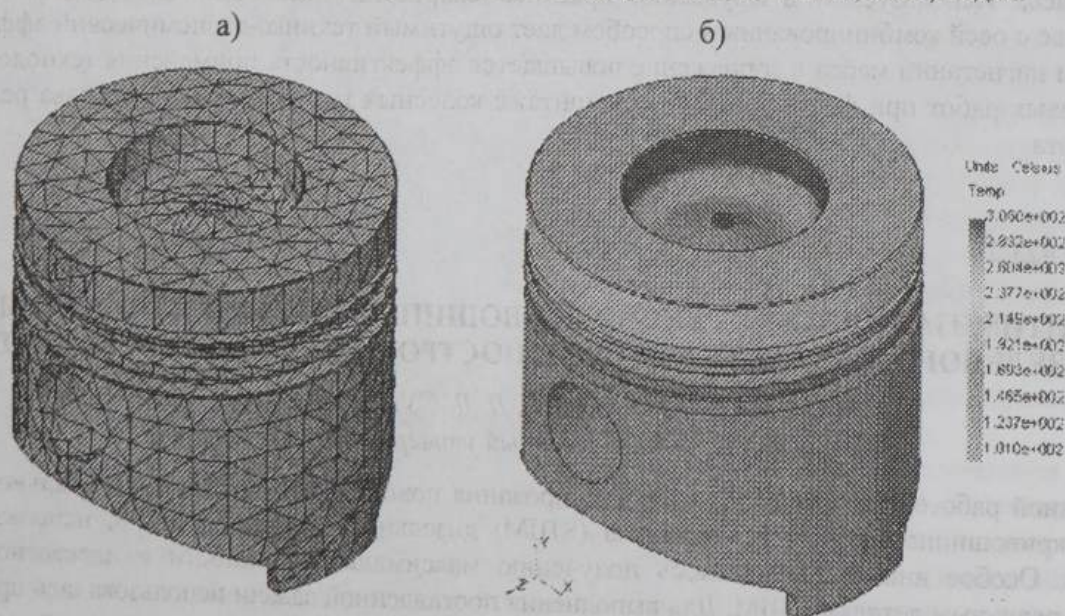


Рисунок 2 – Конечно-элементная модель (а) и распределение температур по объему поршня (б)

На второй стадии происходила сборка деталей КШМ в единый механизм и визуализация его работы с применением модуля COSMOS Motion, который моделирует движущиеся части устройства с анализом их взаимодействия на различных траекториях и видах контактов с учетом трения. Одновременно уточнялись и устранялись выявленные неточности проектирования. Исследование взаимодействия деталей в сборках с применением средств динамического анализа кинематики помогло быстро и корректно решить поставленную задачу. Логические связи и условия, накладываемые на детали в сборке, практически однозначно определяют степень свободы каждой из них.

Таким образом, удалось выявить причины возникающих на практике проблем, таких как “задир” поршня, повышенные уровни виброскорости вследствие несбалансированности деталей КШМ, деформация и обрыв шатуна. Твёрдотельное моделирование позволило значительно сократить время и повысить точность при решении сложных технических задач.

УДК 629.113

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЛЕСОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

С. П. МОХОВ, М. К. АСМОЛОВСКИЙ

Белорусский государственный технологический университет

В Республике Беларусь, наряду с традиционной вывозкой круглого леса в виде хлыстов, все более широкое применение находит вывозка сортиментов, заготовленных на лесосеке. Преимущества сортиментной технологии могут быть реализованы при условии наличия подвижного состава и обеспечения необходимых его качеств.

Типаж лесотранспортных машин сегодня в основном базируется на шасси МАЗ и отражает общую тенденцию развития автомобилестроения в нашей стране. В основе лежит использование в качестве тяговых средств автомобилей и седельных тягачей, образующих вместе с прицепным и полуприцепным составом автопоезда средней и большой грузоподъемности полной массой до 50 – 70 т.

В первую группу машин могут быть выделены автомобили-сортиментовозы на базе шасси МАЗ-5337 с колесной формулой 4х2, предназначенные для перевозки сортиментов длиной 4...5 м как одиночно, так и в составе автопоезда с прицепом-сортиментовозом МАЗ-8926-020 с полной массой 28 т. Автомобили в двух комплектациях отличаются двигателями.

Вторая группа аналогична первой и представлена также двумя модификациями: автомобилем-сортиментовозом на базе шасси МАЗ-53366-026 грузоподъемностью 8,3 т. Отличительной особенностью моделей этой группы является марка и мощность устанавливаемых двигателей и увеличение грузоподъемности до 9,8 т. Автомобили предназначены также для перевозки сортиментов длиной до 6 м в составе автопоезда с прицепом МАЗ-8926 полной массой 28,5 т.

Третью и четвертую позицию в типаже занимают автомобили-лесовозы с колесными формулами 4х4 и 4х2, предназначенные для перевозки длинномерных лесоматериалов в составе автопоездов с прицепами-ропусками МАЗ-9008, МТМ-933081, АПЛ-9970. Модель МАЗ-5434-020 в сцепе с короткобазным прицепом САТ-1Р-5Т или АПЛ-9970 образует автопоезд для перевозки сортиментов, пиловочника. Тягачи-лесовозы МАЗ-543403-20 и МАЗ-543400-030 в сочленении с длиннобазными, самопогружаемыми прицепами представляют собой лесовозные автопоезда полной массой 43 т.

Пятая группа включает специальные автомобили на базе тягачей МАЗ-5432 и МАЗ-5433: погрузочно-транспортную машину; лесопожарный автомобиль и автопоезд-щеповоз.

Шестая группа представлена седельными автопоездами в составе тягача МАЗ-6422 и полуприцепами МАЗ-99864, МАЗ-933090.

Группа 7 трехосных, лесных автомобилей-тягачей базируется на шасси МАЗ-6303-040. В типаже выделены автомобили-сортиментовозы пяти модификаций с колесной формулой 6х4, отличающиеся установкой большой или малой кабины, мощностью двигателя, грузоподъемностью. Основным применяемым прицепом в составе автопоезда полной массой 44,5...48 т является МАЗ-83781-20. На модели автомобиля МАЗ-6303-026 предусмотрена установка гидроманипулятора на заднем свесе автомобиля.

Автомобили МАЗ-630305 и МАЗ-630308 обеспечивают перевозку двух пакетов сортиментов по 4 м длиной с полной массой 24,5 и 27,5 т соответственно. Прицеп-сортиментовоз в составе такого автопоезда предназначен для перевозки сортиментов длиной от 2 до 6 м с максимальной массой 15 т.