



# ***Комплексное применение продуктов MSC.Software на примере расчета трансмиссии***

1. Adams Gear Advanced Technology / MSC.ADAMS/ Machinery/  
Gear Generator (временная лицензия предоставлена компанией MSC.Software в 2012 г.)  
MSC.Adams 2013.0.0
2. MSC.Nastran 2012 64 bit
3. MSC.Marc Mentat 2011 64 bit

**Авторы: Отдел математического моделирования и расчетов**

Главный специалист общей динамики автомобиля

Начальник отдела

С.В.Марков [SV.Markov@vaz.ru](mailto:SV.Markov@vaz.ru)

Т.В.Кушу [TV.Kushu@vaz.ru](mailto:TV.Kushu@vaz.ru)



# Постановка задачи

- **Разработка новой 5-ти ступенчатой механической КП для перспективного автомобиля (3-х вальная КП)**
- **Модернизация действующей механической КП при увеличении  $M_{крmax}$  двигателя с 120 Нм до 175 Нм (2-х вальная КП)**

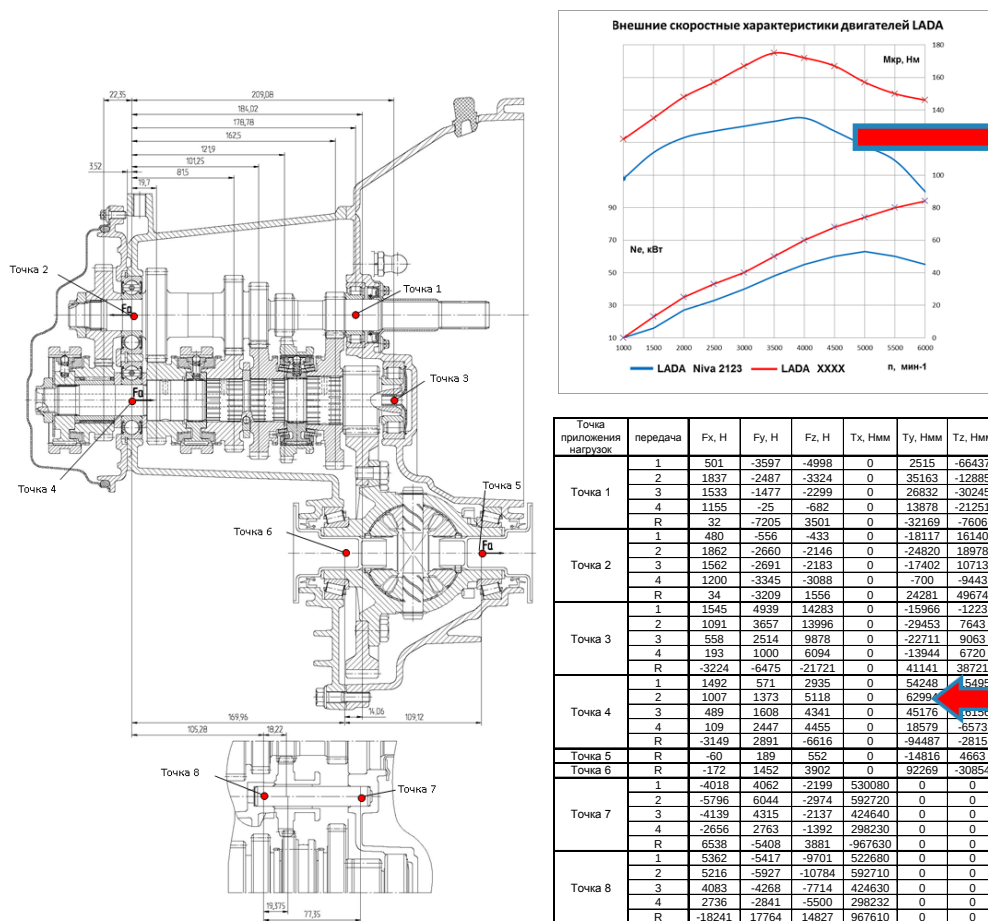
Интеграция структурного анализа и анализа многомассовых систем – одно из наиболее актуальных направлений развития инженерного моделирования, обеспечивающего учёт сложных динамических эффектов работы изделия “в сборе”, повышающего точность определения нагрузок, действующих на отдельные компоненты конструкции, что важно для исследования динамики работы механизма и прогнозирования долговечности деталей.

Разработка многомассовой (MBS) модели коробки передач (КП) выполняется в среде программного комплекса MSC.ADAMS/View. Дополнительный модуль **Gear Generator** позволяет генерировать зубчатые зацепления по их основным параметрам и обширно исследовать влияния смещений, отклонений, прогибов валов на динамические усилия на каждой передаче. Любые параметры прототипа могут быть связаны функциональной зависимостью, модификация какого-либо размера модели автоматически приводит к изменению её конфигурации и позволяет оценить влияние изменения на выходные параметры изделия.

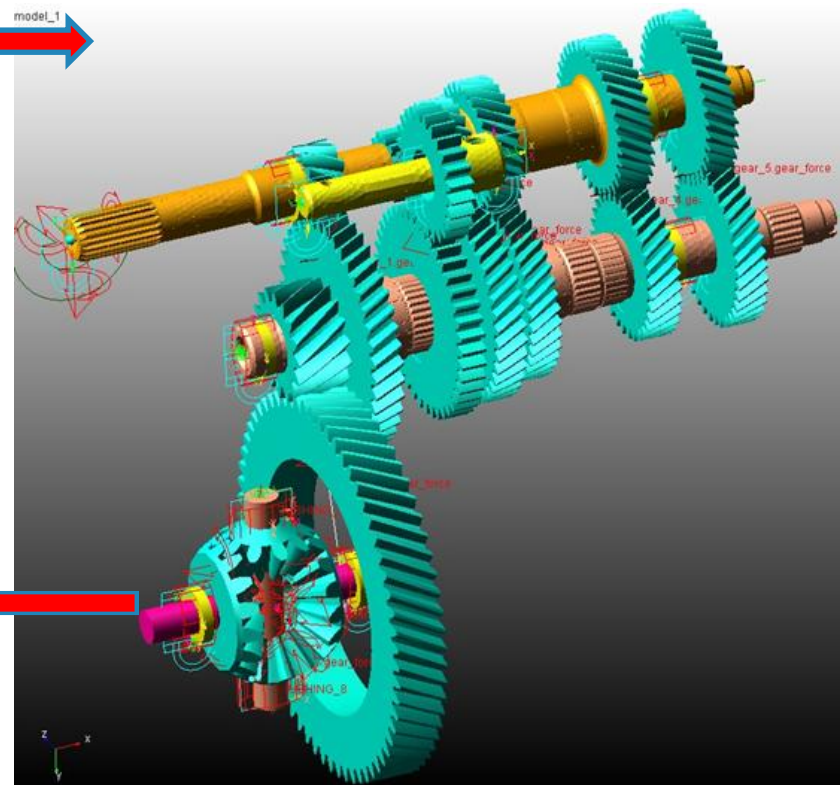
# Разработка новой КП для LADA VESTA (1)



Подробная MBS-модель КП позволяет определить нагрузки, действующие на все детали коробки передач при движении на I, II, III, IV передачах и движении задним ходом с  $M_{max}=180\text{Нм}$ . Для учета деформации валов и получения реальной картины функционирования КП в MBS-модель вводятся упругие модели валов на базе mpf-файлов. Этот подход позволяет также, при необходимости, реставрировать НДС этих деталей в любой момент времени моделируемого испытания, используя SOL 112 MSC.NASTRAN.



model\_1



# Разработка новой КП для LADA VESTA (2)

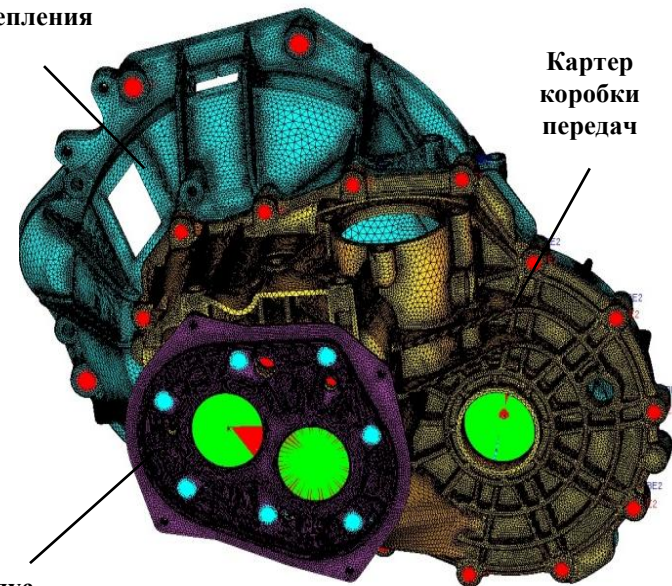


Реализована возможность экспорта из модели MSC.Adams нагрузок на коренные подшипники валов КП и автоматического формирования соответствующего фрагмента входного файла для MSC.NASTRAN.

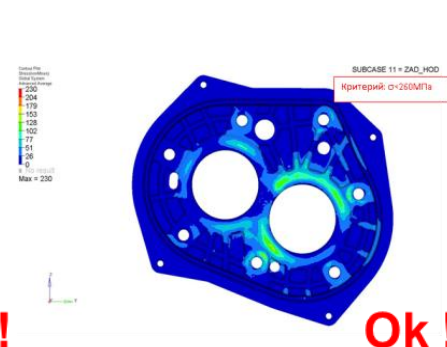
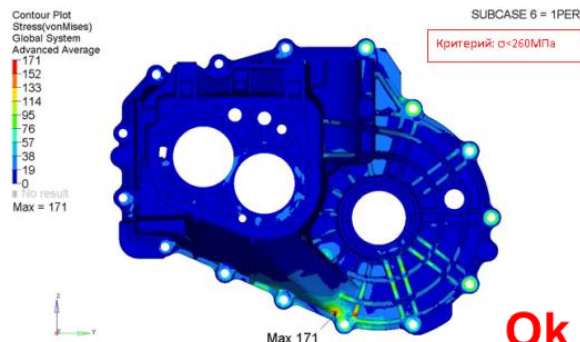
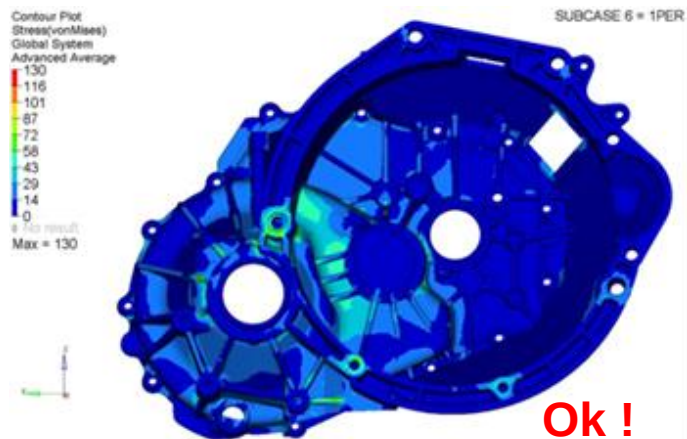
Остановимся на расчете прочности корпусных деталей из АК12М2. На основании полученных результатов нагруженности подшипниковых узлов проводится анализ НДС корпусов КП и сцепления в MSC.NASTRAN

Картер сцепления

Картер коробки передач



Корпус крышки



*Новая конструкция коробки передач работоспособна и соответствует требованиям прочности и жесткости*

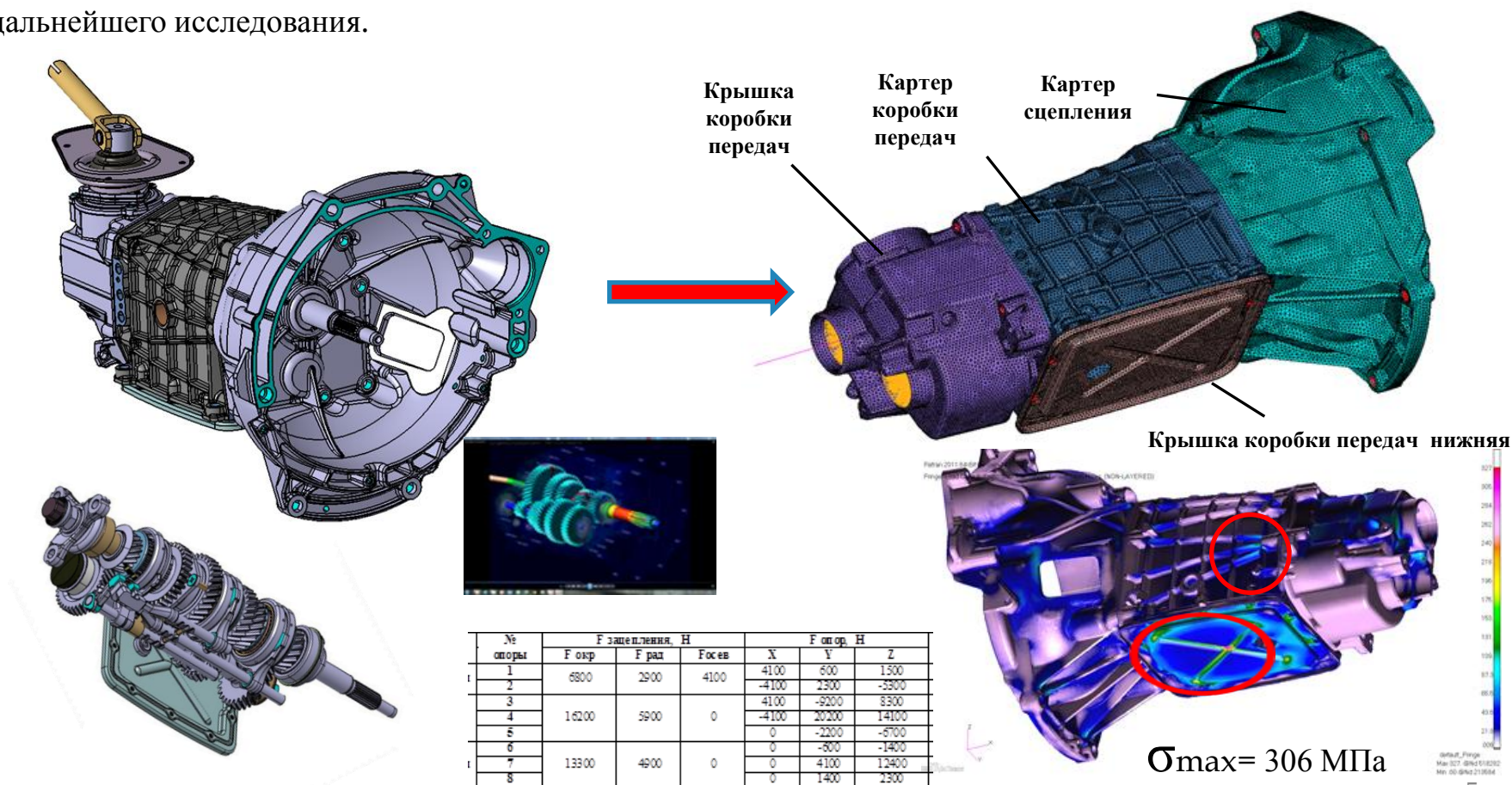


# Модернизация механической КП серийного производства (1)



Всегда сложнее дорабатывать готовую конструкцию из-за множества ограничений (технологических, экономических и т.д.) По аналогии с предыдущим примером, в MSC.ADAMS определены нагрузки на коренные подшипники валов КП при увеличении максимального крутящего момента на 45%.

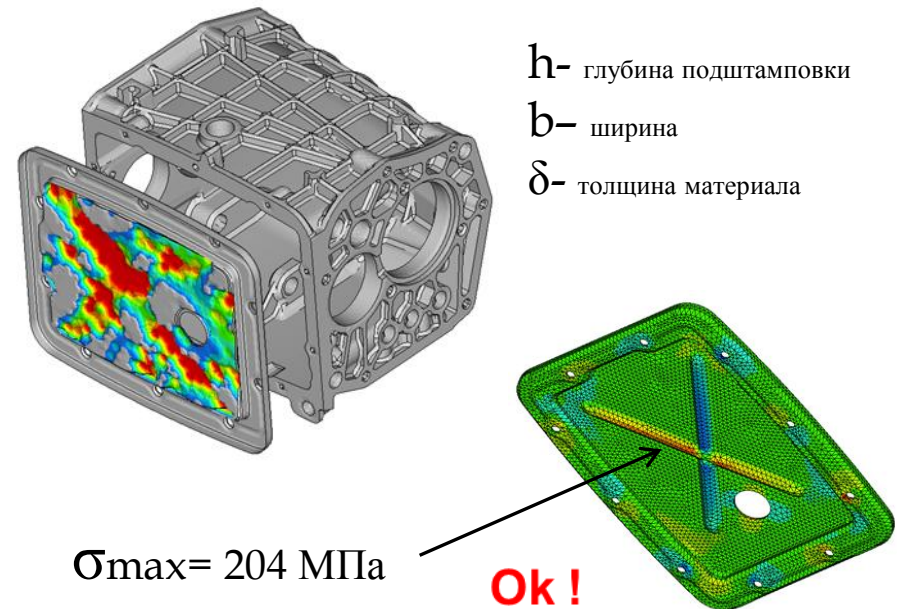
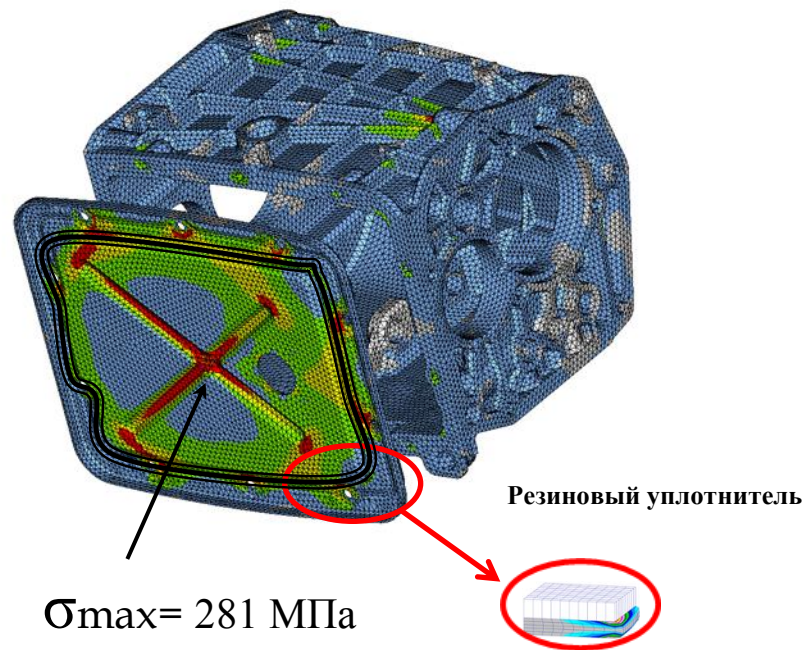
Далее в MSC.NASTRAN определено НДС корпусных деталей, выделены две критичные детали для дальнейшего исследования.



# Модернизация механической КП серийного производства (2)



Уточненный нелинейный анализ конструкции выполнен в MSC.MARC с учетом сложного контактного взаимодействия картера КП и крышки картера КП (болты Bolt preload, упругие свойства резинового уплотнителя Neo-Hookean).



К сожалению, MSC.NASTRAN SOL200 реализовать не удалось, поэтому из MSC.MARC результаты расчета в формате \*.t16 были интегрированы в HyperView и дальнейшая оптимизация  $\sigma_{\max} = f(h, b, \delta)$  крышки картера КП была выполнена в HyperWorks OptiStruct.

*Измененная конструкция коробки передач работоспособна и соответствует требованиям прочности и жесткости*



# Выводы

- Обширный выбор систем инженерного CAE-анализа ставит пользователей в затруднительное положение по взаимодействию разрозненных систем, передаче результатов расчетов и их согласованного использования в одном проекте по разным видам деятельности.
- Программные продукты MSC.Software (MSC.Nastran, MSC.Patran, MSC.Adams, MSC.Marc) являются признанными мировыми лидерами в области многопрофильного моделирования. Они помогают нашей автомобильной компании сократить материалоемкость кузовов, сэкономить время, улучшить качество и сократить общие расходы, связанные с проектированием, испытанием и валидацией выпускаемой продукции.
- Технология Virtual Product Development (VPD) получает все большее распространение в расчетном подразделении ОАО «АВТОВАЗ». Полный переход, к сожалению, возможен лишь с приемом молодых выпускников ВУЗов и приобретением опыта в специализированных программах и модулях MSC.Software.