

## АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СДМ

Новый век диктует новые требования к эффективности процессов проектирования изделий. Современные программные продукты открывают инженерно-технической деятельности дорогу в будущее: SolidWorks, AutoCAD Inventor Studio, CATIA, и их разнообразные приложения. Внедрение данных программ несомненно позволит повысить эффективность и удобство конструкторских процессов, в том числе и при разработке строительно-дорожной техники (СДМ). Процесс проработки конструкции теперь может протекать следующим образом:

1. Разработка трёхмерных моделей узлов и агрегатов изделия.
2. Сборка трёхмерной модели из созданных в п.1 компонентов.
3. Кинематический анализ конструкции и проверка её на возможность производства требуемых перемещений.
4. Расчёт на прочность. Современные САПР позволяют выполнять этот пункт посредством интегрированных дополнений (например, Design Space - Cosmos Works), производящих расчёт методом конечных элементов (табл. 1)

Таблица 1. Возможности программных продуктов, работающих по принципу МКЭ.

Анализ	Материалы	Нагрузки	Результаты и эпюры
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Анализ напряжения</li> <li>2. Анализ деформации и перемещения</li> <li>3. Анализ термического напряжения</li> <li>4. Частотный анализ и анализ потери устойчивости</li> <li>5. Анализ теплообмена</li> <li>6. Анализ испытания на ударную нагрузку</li> <li>7. Нелинейный анализ</li> <li>8. Анализ усталости</li> <li>9. Анализ контактов в сборках с трением</li> <li>10. Контакты и трение с большим перемещением</li> <li>11. Посадка с натягом или горячая посадка</li> <li>12. Сопротивление термического контакта</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.Изотропные материалы</li> <li>2.Ортотропные материалы</li> <li>3.Температурно-зависимые свойства материала</li> <li>4.Кривые усталости S-N</li> <li>5.Нелинейные материалы</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Равномерное распределение давления и силы, прилагаемых к граням</li> <li>2. Направленные и неравномерные давление и сила</li> <li>3. Приложение силы к кромкам и вершинам</li> <li>4. Нагрузки на тело: гравитационные и центробежные</li> <li>5. Специальные нагрузки: скручивающие, дистанционные и опорные</li> <li>6. Условия теплообмена: температура, конвекция, излучение, тепловая мощность и тепловой поток</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Эпюра деформаций</li> <li>2. Расчет запаса прочности и построение эпюры</li> <li>3. Главное напряжение, направленное напряжение, погрешность напряжений и интенсивность напряжений</li> <li>4. Эпюры продольных усилий</li> <li>5. Эпюры перемещений</li> <li>6. Эпюры результатов в элементе</li> <li>7. Резонансные частоты</li> <li>8. Эпюры резонансных форм колебаний</li> <li>9. Коэффициенты критической нагрузки при потере устойчивости</li> <li>10. Эпюры форм потери устойчивости</li> <li>11. Эпюра результатов для сил реакции</li> <li>12. Эпюры результатов распределения температур, градиентов температур и теплового потока</li> <li>13. Эпюра усталости</li> <li>14. Графики результатов</li> </ol>

5. Моделирование взаимодействия разрабатываемой конструкции с окружающей средой. В некоторых случаях бывает необходимо произвести моделирование рабочей ситуации – то есть непосредственно процесса использования готового продукта, например, преодоление машиной на гусеничном ходу какого-либо препятствия. В таких случаях на помощь может прийти программный продукт Visual Nastran 4D.

6. Стадия разработки конструкторской документации.

Итак, внедрение современных САПР позволяет:

1. В короткие сроки разрабатывать конструкцию «с нуля», всегда имея возможность варьировать конструктивные параметры изделий.

2. На ранней стадии фиксировать и исправлять моменты, связанные с проблемами собираемости.

3. Быстро и эффективно производить прочностные расчёты и выбирать материалы, при этом имеет место полная визуализация результатов расчёта.

4. Формировать представление об эффективности рабочего процесса, в котором будет участвовать изделие.

5. Быстро и эффективно формировать чертежи и спецификации из трёхмерного отображения сборки и отдельных компонентов сборки.

6. Презентовать изделие в наиболее эффективном ракурсе с точки зрения функциональности и внешнего вида.

Конкретный пример использования САПР в современном проектировании СДМ: процесс разработки изделий Челябинского тракторного завода – бульдозеров Т2 и Т3 с использованием программного пакета SolidWorks (рис. 1).

Использование пакета SolidWorks позволило устранить множество ошибок еще на этапе проектирования. Например, в сборочном узле «бульдозерное оборудование» пришлось устранить приблизительно сотню ошибок, таких как нестыковка деталей сборки, неэффективная компоновка и пересечение деталей.



Рис. 1. Трёхмерная модель промышленного бульдозера Т3, созданная в SolidWorks

Решение задач компоновки и взаимосвязки не было единственным приложением трёхмерного проектирования. С помощью пакета *Design Space* были проведены расчеты на прочность наиболее критичных элементов конструкции тракторов, выявлены и устранены причины их возможных поломок

На современном российском рынке дорожно-строительного машиностроения Челябинский тракторный завод осваивает нишу мощных машин на базе колесного модуля для выполнения всего комплекса дорожных работ. Сюда относятся комбинированные вибрационные гладкие и кулачковые катки с гидроуправляемым отвалом и без него, компакторы,

фронтальные погрузчики со сменными рабочими органами, бульдозеры и т.д. (рис. 2).

Основой концепции создания этих машин является использование высокотехнологичных комплектующих изделий, таких как гидромашины производства ОАО «Салаватгидромаш» или ОАО «Гидросила», выпускаемые по лицензии фирмы Sauer (Германия), электрогидрораспределители Ковровского электро-механического завода и

дизельного двигателя ЯМЗ 236Н производства 5-го Ярославского моторного завода. Кроме того, основные базовые узлы и агрегаты силового модуля практически полностью унифицированы с тракторными узлами главного конвейера ЧТЗ – это корпусные детали и бортовые редукторы, кабина и платформа, защита двигателя и трансмиссии, устройства ROPS и FOPS, топливный бак и подогреватель дизеля, электрооборудование кабины и блок радиаторов. Такой подход, безусловно,

является благоприятным как при производстве, так и при эксплуатации этих машин.



Рис. 2. Машины на базе колесного модуля, разработанные в SolidWorks

Разработанные машины были собраны в опытном производстве и ныне запущены в серию.