

4 Новый запатентован тип меню, вызываемый коротким движением мыши по экрану при нажатой правой клавише, возникающее, кольцо кнопок, которые можно настроить под себя.

5 Рост производительности системы составил более 30%, а отдельных наиболее часто используемых команд - даже на порядок.

6 SW являясь САПР среднего класса, позволяет закрывать большинство вопросов автоматизации проектирования и производства, имея при этом умеренную цену, является золотой серединой.

7 Применение SW Simulation с решателем LS-DYNA, для выполнения инженерного анализа корпуса плуга, позволило выявить и устранить его слабые конструктивные места еще на стадии разработки, а также повысить точность инженерных расчетов.

8 Применение САПР SW позволит существенно повысить качество, сократить сроки проектирования сельскохозяйственных машин, а также выполнение курсовых и дипломных проектов, при использовании ее в учебном процессе.

#### **Список использованной литературы**

1. Система автоматизированного проектирования SolidWorks [электронный ресурс] <http://www.solidworks.com/>

**УДК 372.881**

**Н.Н. Стасюкевич; Е.В. Плискевич, ст. преподаватели;**

**Д.С. Шахрай, ассистент; А.Н. Стасюкевич, студент**

*УО «Белорусский государственный аграрный  
технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

### **ИНЖЕНЕРНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ САЕ-СИСТЕМЫ АРМ WinMachine**

#### **Введение**

Создание современной техники на этапе ее проектирования не ограничивается лишь его геометрическим моделированием. Без всестороннего инженерного анализа проектируемого объекта невозможно выпускать конкурентоспособную продукцию. Работа

конструктора по проектированию новых, сложных с.х. машин и оборудования сопровождается проведением прочностных, динамических, термодинамических, вибрационных и многих других инженерных расчетов. С появлением САЕ-систем (инженерного анализа) появилась возможность выполнять такие расчеты на реальном трехмерном твердотельном объекте. Использование инструментов САЕ-систем позволяет создавать продукцию, не уступающую лучшим мировым образцам, а в некоторых случаях и даже превосходить их.

### **Основная часть**

**APM Winmachine** является комплексным программным обеспечением для автоматизированного проектирования деталей машин, механизмов, элементов конструкций и узлов. Она адресована инженерам и конструкторам, занятым разработкой нового и модернизацией существующего механического оборудования.

С помощью Winmachine можно рассчитать свыше 80% деталей машин, используемых в современной машиностроении. Много методов, реализованных в Winmachine, являются уникальными и не имеют аналогов. Winmachine включает современные, эффективные и надежные алгоритмы и программы для расчетов:

- *энергетических и кинематических параметров;*
- *прочности, жесткости и стойкости;*
- *выносливости при сменных внешних нагрузках;*
- *достоверности, надежности и износостойчивости;*
- *динамических характеристик.*

Кроме того, в Winmachine есть набор инструментальных средств расчетов и анализа. Эти средства, а также проектированные детали, в зависимости от назначения разделенные на подсистемы, которые могут функционировать самостоятельно.

Все это образует единый комплекс Winmachine, который составляется из следующих модулей:

#### ***Графические средства.***

**APM Graph** - двумерный графический редактор, который можно с успехом использовать для оформления графической части кон-

структурской документации в различных областях техники, науки, в архитектуре и строительстве. Модуль имеет стандартный набор инструментов для оформления чертежей, а также инструменты параметризации объектов и расчетов размерных цепей.

**APM Studio** - модуль моделирования и импорта (поддерживается импорт из формата STEP) трехмерных поверхностных и твердотельных моделей с инструментами указания опор и приложения различных нагрузок и встроенным генератором разбиения на конечно-элементную сетку. Основное назначение модуля - подготовка смоделированной или импортированной геометрии к конечно-элементному анализу в модуле **APM Structure3D**.

#### *Конечно-элементный анализ.*

Модуль **APM Structure3D** предназначен для расчета напряженно-деформированного состояния стержневых, пластинчатых, оболочечных и твердотельных конструкций, а также их произвольных комбинаций. APM Structure3D организован таким образом, что в его рамках можно рассчитать все многообразие существующих конструкций, собирая их из вышеперечисленных макроэлементов. Конструкции и их элементы могут быть импортированы в редактор конструкций через DXF-формат из 2D и 3D графических редакторов или напрямую через модуль APM Studio с подготовленной конечно-элементной сеткой и вариантами закрепления и нагружения. Внешняя нагрузка, так же как и условия закрепления конструкции, могут быть произвольными как по характеру, так и по местоположению.

Модуль **APM Dynamics** предназначен для кинематического анализа рычажных механизмов. Результатами расчета модели являются траектории перемещения, графики скоростей, ускорений, силовых факторов в узловых точках и анимация работы механизма.

С помощью модуля **APM Beam** можно выполнить расчет балки и подбор наиболее подходящего поперечного сечения. Кроме того, в модуле имеется возможность провести методом начальных параметров комплекс динамических расчетов, предусматривающий

определение частот собственных колебаний и собственных форм балки.

***Инженерный анализ.***

**APM Bear** - модуль расчета и проектирования неидеальных подшипников качения. В APM Bear выполняется комплекс проверочных расчетов шариковых и роликовых подшипников, когда по известной геометрии подшипника рассчитываются его выходные характеристики. При определении выходных характеристик применяются оригинальные аналитические и численные подходы, а также методы математического моделирования, что дает возможность представить результаты расчета этих параметров и величины их статистического рассеяния в удобном для пользователя виде (таблица, график, гистограмма, анимация).

**APM Shaft** - модуль проектирования валов и осей. Модуль APM Shaft позволяет выполнить весь цикл проектирования валов и осей, начиная от разработки конструкции и заканчивая статическим и динамическим анализом. По итогам анализа вала и его доработки (в случае необходимости) модуль генерирует чертеж вала.

**APM Trans** - модуль проектирования и проверки механических передач вращения. С помощью модуля APM Trans можно выполнить комплекс конструкторских и технологических расчетов (как проектировочных, так и проверочных) передач вращательного движения, а также в автоматическом режиме получить рабочие чертежи основных деталей этих передач.

**APM Drive** - модуль автоматизированного проектирования привода вращательного движения произвольной структуры. Процесс проектирования привода вращательного движения произвольной структуры с использованием модуля APM Drive сводится к заданию кинематической схемы в специальном редакторе, вводу исходных данных всего редуктора и последующему расчету, а также анализу и корректировке полученных результатов. Модуль работает совместно с модулями расчета зубчатых передач **APM Trans**, валов и осей **APM Shaft**, а также модулем расчета подшипников качения **APM Bear**. Дополнительно в расчете используется

база данных стандартных узлов и элементов деталей машин **APM Mechanical Data**, а для получения сгенерированных чертежей проектируемых элементов привода применяется графический редактор **APM Graph**.

**APM Spring** - модуль проектирования упругих элементов машин. С помощью модуля можно производить проектировочные и проверочные расчеты, а также расчеты по ГОСТ 13765–86 и получать чертежи рассчитанных деталей. Под проектировочным расчетом понимают определение геометрических размеров упругих элементов по известным значениям внешних сил и деформаций. Проверочный расчет позволяет определить запасы прочности упругих элементов в зависимости от их геометрических размеров. При выборе расчета по ГОСТ 13765–86 программа выбирает по заложенной методике несколько вариантов стандартных пружин, соответствующих исходным данным.

**APM Joint** - модуль проектирования соединений элементов машин. Модуль позволяет выполнить комплексный расчет и анализ соединений, которые наиболее часто используются в машиностроении. Применение модуля при разработке новых изделий значительно сократит время их проектирования, повысит надежность их расчета и позволит выбрать из множества вариантов рациональные значения параметров.

**APM Plain** - модуль проектирования и расчета подшипников скольжения. С помощью этого модуля можно рассчитать основные характеристики подшипников и выбрать оптимальные конструкции подшипниковых узлов.

**APM Cam** - модуль проектирования кулачковых механизмов. Модуль рассчитывает профиль кулачка, определяет законы изменения углов давления по углу поворота кулачка, анимирует работу механизма и генерирует рабочий чертеж кулачка.

Модуль позволяет также выполнить весь комплекс необходимых проверочных расчетов кулачковых механизмов.

**APM Screw** - модуль проектирования неидеальных винтовых передач. С помощью **APM Screw** могут быть рассчитаны наиболее широко распространенные типы винтовых передач: винтовая передача скольжения, шариковая винтовая передача и планетарная винтовая (роликовая винтовая) передача. Модуль предназначен для

комплексного анализа винтовых передач и расчета их основных параметров.

***Технологическая подготовка производства.***

**APM Technology** - модуль проектирования технологических процессов.

С помощью APM Technology можно:

- *разрабатывать технологические процессы, используя справочные данные, базы данных оборудования и технологической оснастки;*
- *выполнять расчеты режимов обработки и норм времени;*
- *оформлять технологическую документацию (маршрутные и операционные карты, карты технологических процессов, карты эскизов).*

**APM Calculation Instrument** - модуль, предназначенный для выполнения инженерных (конструкторских и технологических) расчетов. Вместе с модулем поставляется **APM Technology Calculation** - база стандартных технологических расчетов, выполняемых при проектировании технологических процессов. В модуле также предусмотрена возможность добавления собственных расчетных программ (алгоритмов расчетов).

***Базы данных.***

В состав комплекса APM WinMachine входят следующие базы данных:

- ***APM Mechanical Data*** - база данных стандартных деталей и узлов, справочных данных по общему машиностроению.
- ***APM Technology Data*** - база стандартных информационных данных для проектирования технологических процессов.
- ***APM Material Data*** - модуль хранения и редактирования параметров материалов.

Работа с существующими базами данных проходит в модуле создания и редактирования баз данных - **APM Base**.

APM Base содержит необходимый функционал для поиска, редактирования и расширения информационного массива выше перечисленных баз данных или составления собственных [1; 2].

## **Заключение**

Применение APM Winmachine и в частности подсистемы APM FEM интегрированной в САПР КОМПАС-3D позволит повысить точность инженерных расчетов, сократить сроки и затраты на проектирование с.х. техники, качество курсового и дипломного проектирования в учебном процессе.

### **Список использованной литературы**

1. НТЦ «АПИМ». Оптимальное решение в строительстве и машиностроении [электронный ресурс] <http://apm.ru/>
2. Ганин Н.Б. Проектирование и прочностной расчет в системе КОМПАС-3D V13. - М.: Изд-во ДМК-Пресс, 2011. - 320 с.: ил.

### **УДК 721.021.2**

**Н.Н. Стасюкевич; В.В. Носко, ст. преподаватели;  
Д.С. Шахрай, ассистент; А.Н. Стасюкевич, студент**  
*УО «Белорусский государственный аграрный  
технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН ИЗ ЛИСТОВОГО СОРТАМЕНТА В САПР «КОМПАС-3D»**

### **Введение**

С развитием современных САПР существенно изменился и подход к проектированию. Если ранее инженер работал в двумерном пространстве и вынужден был воплощать свои идеи в плоских чертежах, то теперь у него появилась возможность творить в реальном трехмерном (3D) пространстве, не задумываясь над тем, как вычертить ту или иную проекцию детали.

По мере роста производительности компьютеров, росли и возможности САПР. Большинство современных 3D систем - твердотельные. Такие системы, благодаря введению понятия о материале, его физических свойствах (плотности, теплопроводности и др.) позволяют конструктору нажатием одной кнопки узнать массу, объем, моменты инерции тела вокруг всех его осей, площади