Гафиуллин И.Р., Ганиев Ю.И., Сайфуллин А.В.
Прочностной расчет вала в программе АПМ WinMachine

ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ
(Россия, Уфа)

doi: 10.18411/lj-05-2020-42

idsp: ljjournal-05-2020-42

Аннотация

Эта статья о том, как определить параметры детали и сделать прочностные расчеты в программе АПМ WinMachine.

Ключевые слова: Модель, вал, деталь, карта, нагрузка, деформация, расчет.

Abstract

This article is about how to determine the parameters of the part and make strength calculations in The WinMachine APM program.

Keyword: Model, shaft, part, map, load, strain, calculation.

Введение. АРМ WinMachine – это тип энциклопедии в области машиностроения, включающий инструменты и программы для автоматизированного расчета и проектирования деталей машин, механизмов, конструктивных элементов и узлов. Система имеет современные графические инструменты, интегрированные базы данных, необходимую базу знаний, обширную систему советов и фундаментальную электронную книгу по основным понятиям машиностроения. Машиностроение тесно связано с моим профилем обучения, и поэтому было неплохо разобраться в такой программе как АРМ WinMachine.

Цель и задачи исследования.

Определение оптимальных параметров конструкции вала и определение выдержит ли нагрузку, которая будет приложена к нему.

Методика исследования.

В моделировании технологического процесса работы вала были допущены некоторые допущения:

Для создания трёхмерной модели необходимо выбрать его основные конструктивно-технологические параметры из справочных источников.

Активировали компас и создали документ Деталь: Файл -> Создать -> Деталь. Выберите плоскость XY в дереве модели (щелкните знак плюс рядом с меткой «Источник», нажимаем правой кнопкой мыши метку «Плоскость XY» в раскрывающемся списке и выберите «Эскиз» в контекстном меню), «создать эскиз».

Создаем контур будущей 3D-модели и ось симметрии, используя инструменты плоского рисования Compass-Graph, изученные в предыдущей главе. Или мы копируем все из чертежа дерева, вставляем его в окно документа со ссылкой на источник и удаляем любые объекты, которые не нужны для построения модели [1].

Рисунок 1 – 3D модель вала

1. Сохраняем модель в APM Studio. После завершения процесса сохраняем чертеж в формате STP, используя пункт меню <Файл/Сохранить как/Тип файла-STP [2].

Рисунок 2 – Сохранение файла в STP и импорт в APM Studio

КЭ сетка – если выбираем эту команду, появится диалоговое окно, в котором мы можем выбрать алгоритм разбиения (для твердотельной модели) и указать параметры для разбиения модели на конечные элементы. Параметры разбиения зависят от того, какая это модель: поверхностная или твердотельная. Ускоренный выбор:

Рисунок 3 – Диалоговое окно Параметры разбиения

Максимальная длина стороны элемента – это значение, характеризующее размер конечного элемента в мм.

Максимальная боковая длина треугольника для моделирования поверхности;

Максимальная длина края тетраэдра для твердого тела.

Максимальный коэффициент конденсации – это значение, которое характеризует, во сколько раз при адаптивном делении размеры готовых элементов будут уменьшены, например, ограничение на минимальной стороне треугольника на поверхности [3].

Если коэффициент конденсации равен единице, то все конечные элементы будут одинакового размера, адаптивная вентиляция не будет выполняться.

Адаптивная разбивка – для активизации данного режима необходимо установить галочку напротив соответствующей надписи. Адаптивная разбивка предназначена для организации конечно элементной сетки моделей со сложной геометрией. Суть адаптивной разбивки сводится к уменьшению размера конечного элемента в местах с изменяемой геометрией или в местах со сложной геометрией [4].

КЭ сетка на детали – команда позволяет выполнять конечно-элементное разбиение каждой входящей в состав сборки детали с собственными параметрами. После указания детали, которую нужно разбить, появляется диалоговое окно для задания параметров разбивки.

Рисунок 4 – Разбивка модели на конечно-элементную модель

Рисунок 5 – Разбивка модели на конечно-элементную модель

Рисунок 6 – Разбивка модели на конечно-элементную модель в приближенном виде

Расчет конечно-элементной сетки в APM Studio.

С помощью команды <Давление нагрузки на стену> вы можете применять равномерно распределенное давление на стены.

Рисунок 7 – Приложение опор на оси

Тип Нагрузки на Стержень / Осевая распределенная сила команда позволяет приложить к стержню или группе стержней распределенную осевую силу [5,6].

Выбрав эту команду, редактор переходит в режим задания осевой нагрузки или редактирования осевой нагрузки для одного стержня или сразу вызывает диалог задания силы для группы стержней, если они были предварительно выбраны командой Выбрать.

Чтобы ввести новую нагрузку в режиме ввода для одного стержня нажмите левую кнопку мыши в точке в начале и конце участка приложения силы.

В появившемся диалоге введите требуемые значения и нажмите ОК.

Для редактирования или удаления нагрузки нажимаем правую кнопку мыши. Все действия с нагрузкой (добавление, изменение, удаление) выполняются в загрузении, выбранном из списка загрузений.

Статический расчет основан на методе матричного смещения, целью которого является определение неизвестных смещений структурных единиц.

Основным уравнением для решения является уравнение равновесия

$$K \cdot X = F, \quad (1)$$

где K – матрица жесткости системы;

F – вектор факторов внешней силы;

X – вектор неизвестных узловых смещений.

Равномерность системы – это количество степеней свободы построения. Каждый узел имеет 6 степеней свободы (3 линейных смещения и 3 угла поворота).

После решения этой системы, то есть обнаружения смещений, обнаруживаются все другие неизвестные параметры конструкции: деформации, силы в элементах, напряжения и т.д.

Расчет. Команда выполняет структурный анализ. После вызова команды появляется диалоговое окно с запросом о типе вычислений, которое необходимо выполнить. Если флажок < Рассчитать видимую часть структуры> включен, будет рассчитана только та часть структуры, которая находится во включенных (видимых) слоях.

Статический расчет выполняется для всех имеющихся загрузений и комбинации загрузений.

Рисунок 8 – Статический расчет вала

Карта распределения результатов в виде столбцов, пластин и объемных элементов, таких как результаты расчетов, таких как напряжения, смещения, силы коэффициент безопасности и т.д. В столбцах, пластинах и объемных элементах можно отобразить карту результатов.

Карта результатов проекта – это трехмерный проект, раскрашенный в цвета в соответствии со значениями выбранного компонента результата на поверхности. Величина сдвига показана для яркости в увеличенном масштабе. Чтобы просмотреть карту результатов, выберите пункт меню <Результаты\Карта результатов.>

Карту распределения напряжений в стержнях можно просматривать как на модели, так и на модели объема стержня с учетом фактических размеров поперечного сечения. Режимы отображения переключаются с помощью кнопок на панели фильтров типа: стержни, стержни сечения проводов и стержни объемные сечения [7,8].

На рисунке 9 – видим карту результата усталости вала

А на рисунке 10 – мы видим карту результата напряжения вала

Рисунок 11 – Карта результатов перемещений вала

Рисунок 12 – Карта результатов коэффициента запаса по текучести вала

Рисунок 13 – Вал карта деформаций

Рисунок 14 – Вал карта нагрузок

Вывод: Как мы видим по рисункам 1.13 и 1.14 максимальное напряжение на вал составило 3306 Н/мм^2 соответственно. Максимальная деформация $0,0143 \text{ мм}$ [9,10]. На основании проделанных расчетов на прочность можно сделать вывод, что конструкция устройства выдерживает нагрузки давления. Исполнение и материал подобраны правильно.

1. Ибрагимов, Р.Р. Использование приложений КОМПАС 3D при изучении дисциплины "Детали машин и основы конструирования" / Р.Р. Ибрагимов, Х.Т. Каримов, В.Ш. Валеев // Материалы Всероссийской научно-методической конференции «Совершенствование основных профессиональных образовательных программ в вузе: проблемы и возможные пути их решения». – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2018. – С. 264-267.
2. Karimov Khasan. Reasoning Barley Grain Drying Modes for Vacuum-Infrared Drying Machines / Vladimir Martynov, Ildar Gabitov, Ildar Ganeev, Ilgam Masalimov, Valeri Permyakov, Ildar Ganeev, Ilnur Saitov and Bulat Saitov. // Journal of Engineering and Applied Sciences 13. – 2018. Special Issue 11. P.8803-8811.
3. Пермяков, В.Н. Проектирование камеры вакуумной инфракрасной сушильной установки в среде Arm Winmachine / В.Н. Пермяков, Х.Т. Каримов // Автоматизированное проектирование в машиностроении. – 2015. – №3 – С. 111-113.
4. Муслимов, Р.В. Расчет каркаса конвейерной сушильной установки с применением программы Arm Winmachine / Р.В. Муслимов, Х.Т. Каримов // Материалы VI Всероссийской студенческой конференции «Студент и аграрная наука». – Уфа: Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Министерство образования Республики Башкортостан, ФГБОУ ВПО Башкирский государственный аграрный университет, Совет молодых ученых университета, 2012. – С. 96.
5. Масалимов, И.Х. Обоснование параметров сушильной камеры вакуумной инфракрасной сушильной установки в среде ArmWinmachine / И.Х. Масалимов, Х.Т. Каримов // Материалы Международной научно-практической конференции «Аграрная наука в инновационном развитии АПК» посвящённой 85-летию Башкирского государственного аграрного университета, в рамках XXV Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2015». – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2015. – С. 269-273.
6. Каримов, Х.Т. Расчет каркаса мобильной вакуумной инфракрасной сушильной установки с применением программы ArmWinmachine / Х.Т. Каримов // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Технологии реновации машин и оборудования» в рамках XI Промышленного салона и специализированных выставок "Промэкспо, станки и инструмент", "Сварка. Контроль. Диагностика". – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2016. – С. 111-114.
7. Масалимов, И.Х. Прочностной расчет бункера вакуумной инфракрасной сушильной установки в среде ArmWinmachine / И.Х. Масалимов, Х.Т. Каримов, В.Н. Пермяков // Материалы Международной научно-практической конференции «Перспективы инновационного развития АПК» в рамках XXIV Международной специализированной выставки "Агрокомплекс-2014". – Уфа: ФГБОУ ВО Башкирский государственный аграрный университет, 2014. – С. 68-73.
8. Каримов, Х.Т. Разработка вакуумной инфракрасной установки для сушки зерна ячменя: автореферат. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Каримов Хасан Талхиевич. – Уфа, 2019. – 20 с.
9. Каримов, Х.Т. Разработка вакуумной инфракрасной установки для сушки зерна ячменя: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Каримов Хасан Талхиевич. – Уфа, 2019. – 195 с.
10. Пермяков, В.Н. Совершенствование мобильной вакуумной инфракрасной сушилки в STRUCTURE 3D / В.Н. Пермяков, Х.Т. Каримов // Фундаментальные основы механики. – 2016. – №1 – С. 136-139