РАЗДЕЛ IV. МАШИНОСТРОЕНИЕ

Нургалиев А.Р., Кадраев Д.Р., Гафаров И.Р.

Прочностной расчет расходомера в программе АПМ WinMachine

ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ
(Россия, Уфа)

doi: 10.18411/sr-10-06-2020-16

idsp: sciencerussia-10-06-2020-16

Аннотация

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

Ключевые слова: Модель, расходомер, 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 расходомера и определение выдержит ли нагрузку, которая будет приложена к нему.

Методика исследования.

В моделировании технологического процесса работы расходомера 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].

Прочностной расчет расходомера

Расходомер предназначен для регулирования подачи рабочего раствора – ядохимиката на поверхность растений. Данное устройство установлено в центральную магистраль подачи рабочего раствора.

Расход рабочей жидкости зависит от диаметра подводящих патрубков и рассчитывается по формуле [2]:

$$d = \sqrt{\frac{q}{\pi \sqrt{2gP}}} \quad 1.1$$

где P - давление в системе, развиваемое насосом, атм.

g - ускорение свободного падения, $\frac{м}{с^2}$

$$d = \sqrt{\frac{60}{3,14 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 5}}} = 25 \text{ мм}$$

Прочностной расчёт расходомера выполним в программном комплексе АРМ WinMachine.

Ниже приведён порядок расчёта.

Порядок подготовки модели и выполнения расчета:

1. Подключение библиотеки АРМ FEM: Прочностной анализ.
2. Подготовка модели к расчету – задание закреплений и приложение нагрузки.
3. Задание совпадающих граней (для КЭ-анализа сборки).
4. Генерация КЭ-сетки.
5. Выполнение расчета.

На рисунке 1 представлена театризация модели [3,4,5]. Это процесс разбиения трёхмерной модели на конечные элементы.

Рисунок 1 Нагружение давлением в МПа и установка опор.

От размера конечных элементов зависит точность представленных результатов. Для расчёта предварительно необходимо установить закрепление трёхмерной модели. В данном случае крепление расходомер закреплён при помощи входящего и выходящего патрубков.

Простановка нагрузок в расходомере предусматривает распределенное давление на внутренний рабочей поверхности расходомера. Значения давления равно давлению рабочей жидкости внутри рабочей поверхности.

На рисунке 2 показаны результаты расчётов.

На рисунках 2-9 показаны результаты расчётов. Материал корпуса расходомера сталь 55 С2 ГОСТ 14959 – 79.

Рисунок 2 Карта результатов напряжения

На рисунке 2 показаны карты напряжений возникающих в результате приложенных нагрузок [6,7,8]. Максимальное напряжение равно 12,74 МПа и наблюдается в зоне входного патрубка. Максимально допустимое напряжение для этой стали равно 760МПа. Условие прочности выполняется.

На рисунке 3 показана карта перемещений. Максимальное значение перемещения равно 8×10^{-4} мм.

Рисунок 3 Карта перемещений

На рисунке 4 Показана карта нагрузок. Из эпюры видно, что максимальное значение нагрузки равно 9,072Н и наблюдается в зоне перехода цилиндрической части расходомера на плиту крепления.

Рисунок 4 Карта нагрузки

На рисунке 5 изображена карта коэффициента запаса прочности по усталости. Минимальное значение равно 19,86. Минимальное значение этого коэффициента обычно принимают равным 1,5. Некоторый запас даётся на преодоление временных перепадов нагрузок.

Рисунок 5 Коэффициент запаса прочности по текучести

На рисунке 6 представлена эпюра деформаций. Положительное значение деформаций (растяжение) $3,719 \times 10^{-5}$ мм, а минимальное отрицательное (сжатие) значение деформаций равно $-1,14 \times 10^{-5}$ мм. [9,10] Положительные и отрицательные деформация возникает в результате знакопеременных напряжений возникающих в результате перепада давления в рабочей полости расходомера.

Рисунок 6 Карта деформаций

Из приведённых расчётов видно, что конструкция расходомера выдерживает все приложенные нагрузки и вполне работоспособна

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.