

Моделирование нагрузок на склеенные элементы модельного комплекта с помощью программы SolidWorks

Студенты гр. 10706121 Слизовский М.О., Вороник Л.Ч.

Научный руководитель - Калиниченко М.Л.

Белорусский национальный технический университет

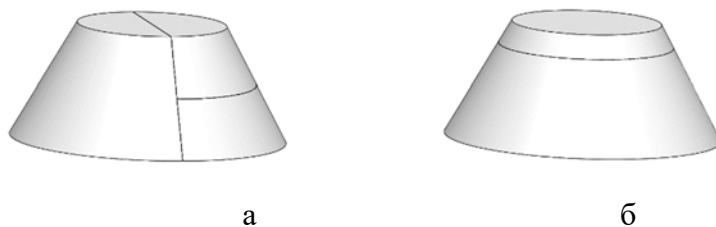
Республика Беларусь, г. Минск

В процессе уплотнения формовочных смесей, особенно при машинной формовке, на модельный комплект воздействуют различные виды нагрузок, в особенности сжимающие напряжения, которые могут способствовать его быстрому износу, приводить к деформациям и как следствие к выходу из строя. Таким образом, было принято решение провести моделирование нагрузок, которые воздействуют на склеенные элементы цельного и пустотелого модельного комплекта с помощью программы SolidWorks. При этом минимальной нагрузкой был выбран показатель в 10 кН/м^2 , так как при меньших показателях изменения, происходящие с деталями, были не существенны и не отображали никакой существенной динамики для исследования.

Целью проделанной работы является оценка характера разрушения склеенных элементов модельного комплекта с помощью программы SolidWorks.

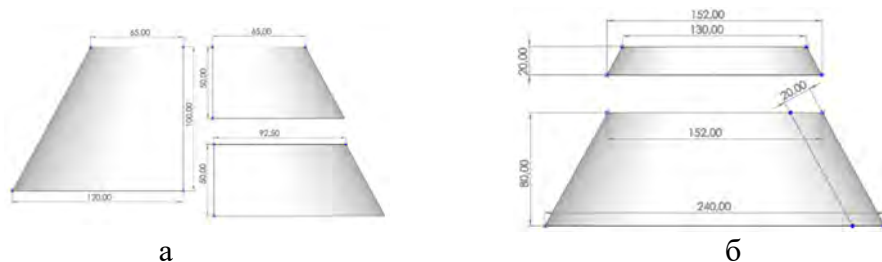
Для выполнения расчета детали в SolidWorks необходимо произвести следующие действия:

1. Моделируется деталь по требуемым габаритам. В данной работе исследуются две детали, а именно, склеенные элементы модельного комплекта. Обе детали имеют одинаковую высоту – 100 мм, и одинаковую форму усеченного цилиндра, но одна является цельной, склеенной из трех частей (рис. 1 а), габаритные размеры которой представлены на рисунке 2 а; вторая – пустотелой (рис. 1 б). У пустотелой детали толщина стенок составляет 20 мм, а высота склеенных частей 20 мм и 80 мм (рис. 2 б).



а- цельная склеенная деталь; б – пустотелая склеенная деталь

Рисунок 1 – Общий вид сборки склеенных деталей



а – цельной детали; б – пустотелой детали

Рисунок 2 – Габаритные размеры склеенных частей деталей

2. Создается проект в SolidWorks Simulation. Указываются настройки проекта. Данная задача является внешней, то есть моделирование будет проводиться вокруг деталей. Также задается направление действие гравитации, обычно в направлении вдоль оси Y. Вещество заполняющее пространство вокруг детали, в данном расчете воздух.

Затем настраивается расчетный объем, т. е. его границы, чтобы задать зону анализа. Этот объем включает как часть пространства вокруг каждой детали, так и сами детали, обеспечивая точность расчетов. Задача расчета: определение полного давления, которое воздействует перпендикулярно поверхности детали. Точность расчетной сетки, уровень детализации будет использоваться для дальнейшего анализа. Чем выше точность сетки, тем больше количество узлов, что увеличивает точность расчета, но также повышает и время выполнения. Результаты расчета, а именно, показатели моделируемого давления, оказываемого на поверхности каждой исследуемой детали, сохраняются и экспортируются в модуль SolidWorks Simulation для дальнейшего анализа.

3. Продолжается расчет в SolidWorks Simulation. Указывается материал детали. Материал можно выбрать из стандартных библиотек SolidWorks, но для данных расчетов добавляется самостоятельно: указываются параметры, такие как плотность, модуль упругости, предел текучести и т. д. Точные значения материала, используемого в расчете, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры используемого материала для пустотелой и цельной детали

№п/п	Параметр	Единицы измерения	Значение
	Модуль упругости	кН/м ²	.
	Коэффициент Пуассона	Н/А	
	Модуль сдвига	кН/м ²	.
	Плотность	кг/ м ²	
	Прочность на растяжение	кН/м ²	
	Прочность на сжатие	кН/м ²	.
	Предел текучести	кН/м ²	
	Коэффициент теплового расширения	К ⁻¹	.
	Теплопроводность	Вт/кг·К	

Для того чтобы ограничить движение детали в расчетной модели, фиксируется плоскость (для данного случая - дно детали). На поверхность детали, по очереди, прикладывается давление равное 10, 20 и 30 кН/м². Давление должно быть перпендикулярным к поверхностям, чтобы учесть внешнюю нагрузку равномерно по площади. Далее настраивается сетка для прочностного анализа, учитывая геометрию и требования к точности. Так же, как и для расчета в Flow Simulation, более мелкая сетка дает результаты точнее, особенно для сложных участков детали. Затем начинается прочностной расчет, результатами которого являются значения напряжений, деформаций и перемещений в заданных условиях.

4. Результаты расчетов переносятся в Word документ. Далее оформляется отчет, где указывается физические параметры модели, например, размеры, граничные условия, описание и свойства материалов, а также все результаты расчетов. Дополняется отчет изображениями, которые дают наглядное представление о распределении напряжений и перемещений по модели.

Результаты проведенных в работе расчетов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчетов моделирования оказания нагрузки на пустотелую и цельную детали

Деталь	Давление на деталь, кН/м ²	Напряжение, кН/м ²		Перемещение, мм
		max	min	max
Пустотелая	10	41,29	0,51	15,12
	20	41,67	0,52	15,17
	30	41,78	0,52	15,22
Цельная	10	8,31	$1,057 \cdot 10^{-2}$	1,65
	20	16,62	$2,421 \cdot 10^{-2}$	3,31
	30	24,94	$3,316 \cdot 10^{-2}$	4,97

Изображения распределения напряжений и перемещений при моделировании для пустотелой и цельной детали представлены на рисунке 3-6. Необходимо отметить, что эти изображения сильно искажены. SolidWorks визуально увеличивает результат деформации деталей для большей наглядности. Поэтому в данном анализе изображения деформации цельной детали намного больше, чем у пустотелой, в то время как результат расчетов противоположен.

Максимальное и минимальное напряжение в кН/м², а также перемещение в мм отмечены на рисунках красным и синим цветом соответственно.

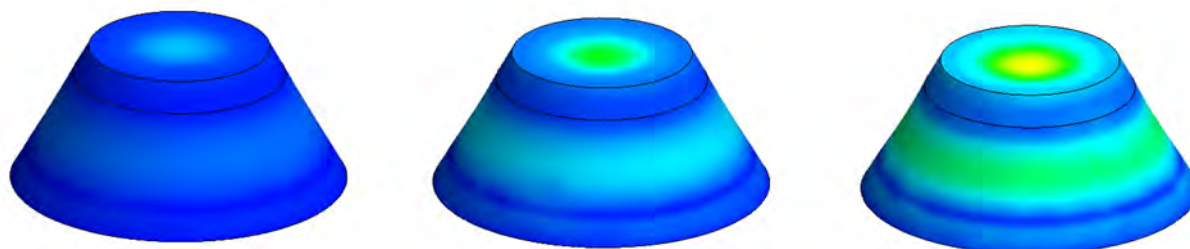


Рисунок 3 – Распределение напряжения для пустотелой детали при давлении 10, 20 и 30 кН/м² слева на право

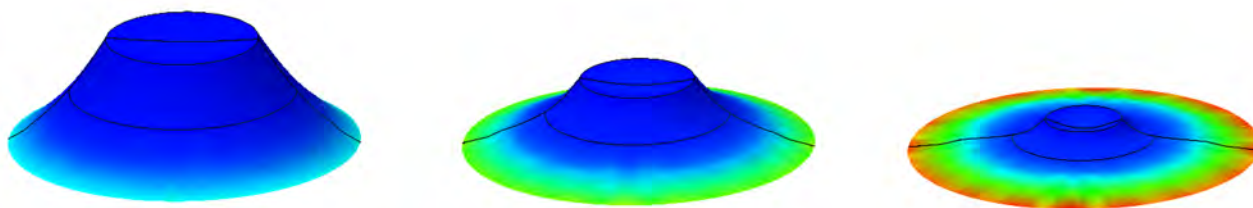


Рисунок 4 – Распределение напряжения для цельной детали при давлении 10, 20 и 30 кН/м² слева на право

Из рисунков 3 видно, что в пустотелой детали максимальное напряжение приходится на верхнюю часть, при всех трех видах нагрузках, и на среднюю часть - только при нагрузках в 20 и 30 кН/м². В цельной детали (рисунок 4) при всех трех видах нагрузках максимальное напряжение приходится на нижние грани детали. Минимальное напряжение для пустотелой детали, наоборот, приходится на нижние грани детали и для цельной детали в ее верхней плоскости.

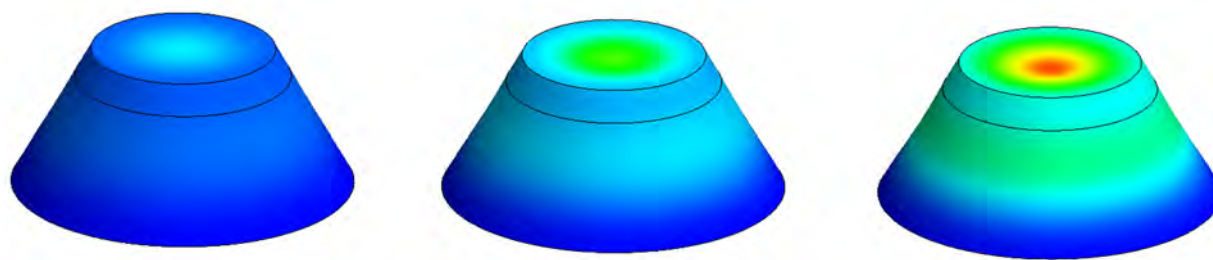


Рисунок 5 – Распределение перемещения для пустотелой детали при давлении 10, 20 и 30 кН/м² слева на право

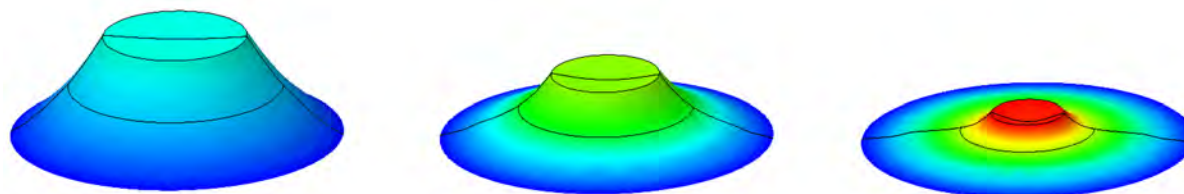


Рисунок 6 – Распределение перемещения для цельной детали при давлении 10, 20 и 30 кН/м² слева на право

Из рисунков 5, 6 видно, что для пустотелой детали максимальное перемещение находится только в центре ее верхней плоскости, а для цельной детали перемещение охватывает всю область ее верхней части в различной степени. Область же минимальных перемещений для обеих деталей расположена на нижней ее грани.

Вывод. После проведения моделирования нагрузок, оказываемых на склеенные элементы пустотелой и цельной деталей в SolidWorks, был проведен анализ полученных значений оказываемых на соответствующие детали напряжений и, как следствие, перемещений. Также проведенное исследование продемонстрировало различия в реакции различных форм детали на заданные условия. Таким образом, работа подтверждает возможность применения SolidWorks для проведения моделирования возникающих напряжений различных деталей.

В результате выполнения работы по анализу напряжений можно отметить такие достоинства SolidWorks, как:

1. SolidWorks позволяет выполнять расчеты на созданных 3D-моделях, что упрощает процесс и экономит время на перенос данных между программами;
2. в SolidWorks Simulation можно изменять параметры анализа для изучения влияния различных факторов на напряжения и деформации;
3. в программе есть возможность задать пользовательские характеристики материалов, что полезно при работе с нестандартными материалами (например, композитными).

К недостаткам можно отнести:

1. возможности SolidWorks по генерации сеток меньше, чем у профессиональных программ (например, ANSYS). Это может повлиять на точность расчёта, особенно сложных деталей;
2. SolidWorks Simulation не всегда может корректно обрабатывать сложные нелинейные свойства материалов (например, резины или композитов);
3. SolidWorks изначально предназначен для проектирования, а не для инженерных расчетов. По этой причине программа может быть ограничена в гибкости анализа. Например, если геометрия или другие параметры модели детали обновляются, требуется провести новый расчет, а это может замедлить работу.