РАЗДЕЛ I. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Патрина Т.А.

Исследования напряжений и деформаций различных твердых тел при растяжении, сжатии с помощью расчетного пакета Ansys

*Санкт-Петербургский Государственный электротехнический университет
“ЛЭТИ”*

(Россия, Санкт-Петербург)

doi:10.18411/sciencepublic-12-11-2020-01

idsp: sciencepublic-12-11-2020-01

Abstract

The proposed method of studying the stresses and strains of various solids under external influences with the design package Ansys allows to study the mechanical characteristics of structures materials.

Введение

В механике твердого деформированного тела при анализе напряжений и деформаций различных твердых тел, возникающие в результате внешнего воздействия, не должны превышать допустимых.

Допускаемое напряжение вычисляется по формуле: $\sigma = \frac{\sigma_{оп}}{n}$, где $\sigma_{оп}$ опасное напряжение, n – коэффициент запаса прочности. За опасное напряжение принимается механическая характеристика материала, коэффициент запаса прочности должен быть не менее 1,5.

Механические характеристики материала: предел пропорциональности $\sigma_{пц}$ – напряжение для которого справедлив закон Гука, т.е. пропорциональная зависимость между внешней нагрузкой и вызываемой ею деформацией; предел текучести – напряжение σ_T при котором деформации растут без заметного увеличения нагрузки; временное сопротивление $\sigma_{вр}$ – напряжение, которое соответствует максимальной нагрузки. При расчете прочности пластичных материалов за опасное напряжение принимается предел текучести, для хрупких материалов за опасное напряжение принимается временное сопротивление.

Использование расчетного пакета Ansys позволяет провести исследование напряжений и деформаций твердых тел при растяжении и сжатии. Это способствует лучшему пониманию процесса деформации материала твердого тела, наглядному представлению механических характеристик конструкций.

Методика исследования напряжений и деформаций материалов при растяжении и сжатии с помощью пакета Ansys. Для исследования задействован модуль Transient Structural для решения задач динамики конструкций. В качестве конструкции исследования выбран стальной стержень. Первой задачей является создать геометрическую модель конструкции в модуле Geometry. В режиме эскизирования необходимо нарисовать окружность, задать диаметр окружности через вкладку Modify [1]. В режиме моделирования вытянуть окружность на заданное расстояние через операцию Extrude. Также последовательно построить еще две цилиндрические части (рис. 1).

Рис. 1. Построение последовательно соединенных цилиндров

Затем создать собственную координатную плоскость на дальней стороне третьей цилиндрической части стержня. Потом зеркально отобразить три последовательных цилиндра относительно построенной плоскости. Через команду Chamfer следует выполнить фаски на ребрах объемной модели (рис. 2).

Для исследования механических характеристик необходимо выделить геометрический участок посередине стержня через команду Slice (рис. 3) и объединить разделенные участки стержня в один объект (рис. 4).

Выбор материалов для созданных тел и задание их свойств происходит через модуль Engineering Data, связанный с блоком анализа (рис. 5).

Затем требуется построить конечно – элементную сеть в модуле симуляции Mechanical [3]. Сеть генерируется на геометрической модели и является основной для составления и решения системы уравнений в матричном виде.

Рис. 2. Построение зеркально второй части стержня

Рис. 3. Выделение участка стержня для механического исследования

Рис. 4. Объединение три твердотельных участка в единый стержень

Outline of Schematic A2, B2: Engineering Data				
	A	B	C	D
1	Contents of Engineering Data		Source	Description
2	Material			
3	Structural Steel			Fatigue Data at zero mean stress comes from 1998 ASME BPV Code, Section 8, Div 2, Table 5-110.1
4	Structural Steel NL			Fatigue Data at zero mean stress comes from 1998 ASME BPV Code, Section 8, Div 2, Table 5-110.1
*	Click here to add a new			

Properties of Outline Row 4: Structural Steel NL				
	A	B	C	D
1	Property	Value	Unit	
2	Density	7850	kg m ⁻³	
3	Isotropic Elasticity			
4	Derive from	Young's M...		
5	Young's Modulus	2E+05	MPa	
6	Poisson's Ratio	0,3		
7	Bulk Modulus	1,6667E+11	Pa	
8	Shear Modulus	7,6923E+10	Pa	
9	Bilinear Isotropic Hardening			
10	Yield Strength	250	MPa	
11	Tangent Modulus	1450	MPa	

Рис. 5. Задание нелинейных свойств материалов стержня

Следующий этап – задание действующих сил на стержень. Среди нагрузок нам понадобится параметр Velocity. Производится выбор поверхности, на которую действует растяжение (параметр Geometry), задается величина скорости (параметр Magnitude) и направление для приложенной скорости (опция Define By). Второму концу стержня нужно установить жесткое закрепление – Fixed Support.

Теперь требуется задать время исследования эксперимента и временной шаг расчета напряжений и деформаций конструкций. Это выполняется через Analysis Settings (рис. 6).

Рис. 6. Настройка решателя. Задание шага времени расчета

Заключение и результаты расчета.

На рисунке 7 представлены значения эквивалентных напряжений Мизеса Equivalent (von Mises) Stress, учитывающие одновременно касательные и нормальные напряжения. Расчет данных величин с заданным временным шагом для среднего участка стержня. Максимальные напряжения и деформация наблюдаются в сужающейся шейке стержня.

На рисунке 8 представлены значения полных эквивалентных деформаций на выделенном участке стержня. Далее, на рисунке 9 представлен график зависимости этих эквивалентных напряжений от эквивалентных полных деформаций по истечению времени исследования. На начальной стадии нагружения справедлив закон Гука, зависимость между эквивалентными деформациями и напряжениями линейная [4, с. 420]. Образец испытывает упругую деформацию. Максимальная нагрузка на этом участке – $P_{пц}$.

Рис. 7. Графическое и табличное представление значений эквивалентных напряжений Мизеса на выделенном участке стержня

Далее зависимость между напряжением и деформацией становится нелинейной. Рост деформации происходит без заметного роста нагрузки. Для металлов (пластических материалов) это явление получило название текучести. На диаграмме это соответствует горизонтальному участку – участок текучести. Нагрузка при этом равна P_T . Следует заметить, что у большинства пластичных материалов площадка текучести отсутствует. Однако условно считают, что нагрузка равняется P_T , если деформация составляет 0,2% от длины рабочей части образца.

Рис. 8. Графическое и табличное представление значений полных эквивалентных деформаций на выделенном участке стержня

После стадии текучести материал вновь начинает сопротивляться возрастающей нагрузке – стадия упрочнения. До момента достижения максимальной нагрузки P_{max} , продольная и поперечная деформации растут равномерно.

При достижении максимальной нагрузки P_{max} деформации локализируются в одном сечении образца – ослабленное сечение, т.е. образуется местное сужение поперечного сечения. Затем происходит разрушение образца, и нагрузка в момент разрыва равна P_k .

Рис. 9. График зависимости эквивалентных напряжений от эквивалентных полных деформаций на выделенном участке стержня

Заключение

Предложенная методика исследований напряжений и деформаций твердых тел при растяжении, сжатии позволяет наблюдать за поведением материалов на различных стадиях деформации конструкций.

1. Bruyaka, V. A, Fokin, V. G. & Soldusova, E. A. (2010) Engineering analysis in ANSYS Workbench. Samara: SSTU. 234.
2. Training manual for the software package ANSYS. CADFEM.
3. Zienkiewicz, O. C., Taylor, R. L. (2002) The finite element method 5th ed. Oxford. UK: Butter worth-Heinemann.
4. Бегун, П. И., Кормилицын, О. П. (2012) Прикладная механика. СПб.: Политехника. 420.

Романов В.А., Коростелева А.Д., Дерябина К.И., Мосина Е.А.
Компьютерное моделирование схем раскроя пиловочного сырья

*ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет»
 (Россия, Брянск)*

doi:10.18411/sciencepublic-12-11-2020-02

idsp: sciencepublic-12-11-2020-02

На полезный выход пиломатериалов из пиловочного сырья значительным образом влияет схема раскроя.

В России еще в 30-х гг. прошлого века были заложены теории раскроя пиловочного сырья [1]. Основоположником этой теории Х.Л. Фельдманом и его последователями Д.Ф. Шапиро, С.Н. Рыкуниным, М.С. Розенблитом и многими другими создана стройная система, ориентированная прежде всего на максимизацию объемного и качественного выхода обрезных пиломатериалов. Но и в настоящее время эта теория не может дать ответа на многие проблемы технологии лесопиления, поэтому требуется дальнейшее углубление и совершенствование теории раскроя пиловочного сырья на пиломатериалы.

Процесс расчета полезного выхода пиломатериалов из бревна является достаточно трудоемким, к тому же требуется составить несколько схем раскроя с разным полезным выходом, которые также следует посчитать для выбора оптимального решения. Это обуславливает необходимость автоматизации данного процесса.

Последовательность операций расчета полезного выхода пиломатериалов из бревен представлена ниже.

Диаметр бревна в комле D_k , см, определяют по формуле

$$D_k = D + (L \cdot S), \quad (1)$$

где D – вершинный диаметр бревна, см;

L – длина бревна, м;

S – сбег, см/м.

Срединный диаметр бревна D_{cp} , см, определяют по формуле

$$D_{cp} = \frac{D_k + D}{2}. \quad (2)$$

Объем бревна V , м³, определяют по формуле

$$V = \frac{\pi \cdot D_{cp}^2 \cdot L}{4}. \quad (3)$$

Расход ширины поставы E , мм, определяется по формуле