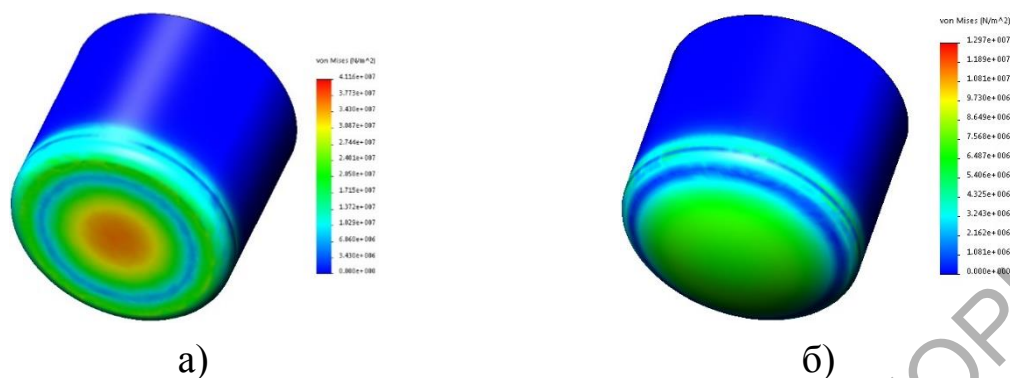


Разработанные решения позволили повысить эффективность производственной деятельности ИП «Хаменя» (г.Гродно).



а) – стандартная конструкция; б) – оптимизированная конструкция

Рисунок 2 – Эпюры максимальных эквивалентных напряжений детали «Заглушка ножки стула»

Литература

1. Ли, К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE) / К. Ли. – СПб. : Питер, 2004. – 560 с.
2. Барташевич, А. А. Конструирование мебели: учеб. / А. А. Барташевич, С. П. Трофимов. – Минск: Современная школа, 2006. – 336 с.
3. Бунаков, П. Ю. Автоматизация проектирования корпусной мебели: основы, инструменты, практика / П. Ю. Бунаков, А. В. Стариков. – М.: ДМК Пресс, 2009. – 864 с.

И.С. Нельп (ГГУ имени Ф.Скорины, Гомель)
 Науч. рук. **Г.Ю. Тюменков**, канд. физ.-мат. наук, доцент

ОБ АНАЛОГАХ ФОРМУЛЫ МАЙЕРА

В равновесной термодинамике идеального газа разница молярных изобарной и изохорной теплоемкостей называется формулой Майера [1]

$$C_p - C_v = R. \quad (1)$$

Она позволяет в рамках феноменологического метода определить значение универсальной газовой постоянной R , а также помогает рассчитывать постоянные адиабаты γ для различных видов газов в указанном приближении так как

$$C_p / C_v = \gamma \quad (2)$$

В более общем немолярном случае, исходя из дифференциальных определений теплоемкостей, их разница может быть выражена через термодинамические коэффициенты

$$C_p - C_v = T \frac{\left(\frac{dP}{dT}\right)_v}{\left(\frac{dV}{dT}\right)_p} \quad (3)$$

Результаты расчетов на основе формулы (3) для полуэмпирических уравнений состояния неидеальных газов часто называются аналогами формулы Майера. Их нахождению для шести наиболее используемых в настоящее время двухпараметрических приближений и посвящена эта работа.

Для классического уравнения состояния Ван-дер-Ваальса

$$P = \frac{RT}{V - b} - \frac{a}{V^2}$$

искомая разница с учётом малости параметров a и b оказывается равной

$$C_p - C_v = R \cdot \left(1 + \frac{2a}{PV^2}\right), \quad (4)$$

что согласуется с результатом [1].

Теперь обратимся к менее изученным уравнениям и приведем результаты наших расчетов:

а) уравнение Бергло:

$$P = \frac{RT}{V - b} - \frac{a}{TV^2},$$

для него

$$C_p - C_v = R \left(1 + \frac{4a}{RT^2V}\right); \quad (5)$$

б) первое уравнение Дитеричи:

$$P = \frac{RT}{V - b} \cdot e^{\left[-\frac{a}{VTR}\right]},$$

для него

$$C_p - C_v = R \left(1 + \frac{a}{RV^2T^2}\right); \quad (6)$$

в) второе уравнение Дитеричи:

$$P = \frac{RT}{V - b} - \frac{a}{V^{5/3}},$$

для которого

$$C_p - C_v = R \left(1 + \frac{5}{3} \frac{a}{PV^{5/3}}\right); \quad (7)$$

г) уравнение Редлиха–Квонга:

$$P = \frac{RT}{V - b} - \frac{a}{\sqrt{T}V(V + b)}$$

с разностью

$$C_p - C_v = R \left(1 + \frac{3a}{RVT^{3/2}} \right); \quad (8)$$

д) уравнение Исикавы–Чанга–Лу с параметрами $a \neq a(T)$, $b \neq b(T)$ [2]:

$$P = \frac{(2V + b)RT}{(2V - b)V} - \frac{a}{T^{1/2}V(V + b)}$$

с разностью теплоемкостей

$$C_p - C_v = R \left(1 + \frac{3a}{RVT^{3/2}} \right). \quad (9)$$

Полученные аналоги формулы Майра (4) – (9) могут быть широко использованы при решении задач термодинамики реального газа, а также при обработке эмпирического материала.

Интересен тот факт, что определение (3) может быть видоизменено для негазовых систем, например, для идеального стержня оно примет вид

$$C_f - C_l = -T \frac{\left(\frac{df}{dT} \right)_l}{\left(\frac{dT}{dl} \right)_f}.$$

Использование уравнения состояния идеального стержня [1] приводит к результату

$$C_f - C_l = 0.$$

Таким образом, в работе получены аналоги формулы Майера для шести наиболее используемых двухпараметрических полуэмпирических уравнений состояния реального газа. И показана возможность расчета аналогичных выражений для негазовых систем.

Литература

1. Румер, Ю.Б. Термодинамика, статическая физика и кинетика / Ю.Б Румер, М.Ш. Рывкин. – Новосибирск: Издательство Новосибирского университета, 2007. – 446 с.
2. Дей, Е.А. Свойства неидеального газа в модели Исикавы–Чанга–Лу / Е.А. Дей, Г.Ю. Тюменков // Проблемы физики, математики и техники. – 2017. – № 4(33). – С.11–16.