

является ТП Excel, но со временем MS Excel перестает удовлетворять требованиям бизнеса и заставляет задуматься об автоматизации процесса, использовании специальных статистических программ, алгоритмов искусственного интеллекта, глубокого обучения и машинного обучения, методов ИИ и ИТ-решений, основанных на технологиях обработки и анализа данных средствами облачных сервисов.

С помощью выбора правильного типа анализа все типы предприятий и организаций могут использовать свои данные для принятия более эффективных решений, разумного инвестирования, улучшения внутренних процедур и, в конечном счете, повышения своих шансов на успех.

Список использованных источников

1. Что такое аналитика данных? [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.oracle.com/ru/business-analytics/what-is-analytics.html/>. – Дата доступа – 17.04.2023.
2. Какая аналитика нужна вашей компании. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://iot.ru/promyshlennost/kakaya-analitika-nuzhna-vashey-kompanii/> – Дата доступа – 17.04.2023.
3. Когортное исследование в Google Analytics 4. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://osipenkov.ru/cohort-exploration-ga4/> – Дата доступа – 2.04.2023.
4. Анализ товарных остатков и выявление неликвидов. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://restock.korusconsulting.ru/materials/analiz-tovarnykh-ostatkov-i-vyyavleni-e-nelikvidov/> – Дата доступа – 2.04.2023.
5. Пенетрация в маркетинге и продажах. Как увеличить? [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://romi.center/ru/learning/article/market-penetration-the-true-measure-of-success/> – Дата доступа – 2.04.2023.
6. Матрица Бостонской Консалтинговой Группы: подробный обзор. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://powerbranding.ru/biznes-analiz/bcg/> – Дата доступа – 2.04.2023.

УДК 685.34.03.017.3

ДЕФОРМАЦИЯ ЛИСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА РАЗЛИЧНЫХ ТЕЛАХ ВРАЩЕНИЯ

Дмитриев А.П., к.т.н., доц.

*Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье изложена методика расчёта относительных деформаций при продавливании жёстко зажато по периметру круговой рабочей зоны образца листового материала пуансонами в виде различных тел вращения. Приведены унифицированные формулы расчёта величин деформаций по меридиану и по площади при продавливании поверхностями сферы, тора, параболоида и эллипсоида вращения, полученные автором в соавторстве в различные годы. Проведён общий анализ получаемых величин деформаций.

Ключевые слова: листовой материал, тело вращения, пуансон, деформация.

Процесс формования деталей верха обуви представляет собой одновременное приложение растягивающих усилий в различных направлениях заготовки из различных листовых материалов. При этом придание заготовке сложной пространственной формы – сложная процедура, при проведении которой следует учитывать физико-механические свойства формируемых материалов и связанные с ними режимы формования. Для первоначального анализа параметров процессов формования проводят испытания материалов двухосным симметричным растяжением на различных телах вращения, например, сфере, цилиндре или торе [1].

Существует несколько вариантов испытания материалов на двухосное растяжение, которые отличаются между собой, в основном, принципами приложения деформирующих сил. Общим для всех этих испытаний является применение образцов материалов в виде

круга. На рисунке 1 показана схема продавливания листового материала пуансоном в виде жесткой сферы.

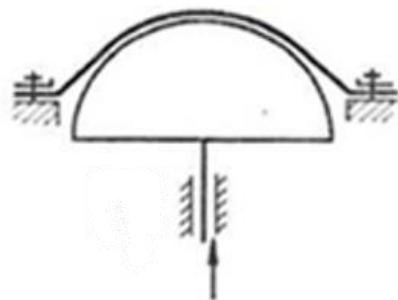


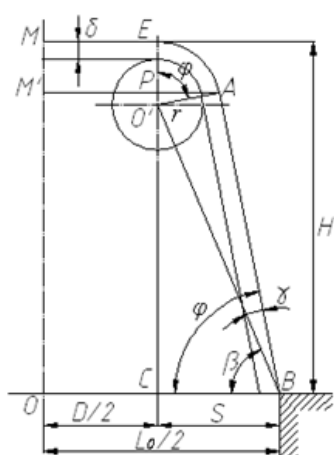
Рисунок 1 – Деформирование жёсткой сферой

Схемы определения величин деформаций по меридиану поверхности вращения или по площади в зависимости от высоты продавливания H или h и параметров продавливающего пуансона приведены на рисунке 2 (для деформации сферой и тором учтена толщина материала δ) заключается в определении длины кривой $MEAB$ для тора или ABC' для сферы, параболоида и эллипсоида вращения с учётом радиуса кругового образца $L_0/2$ или R . Для относительной деформации по площади определяется площадь соответствующей фигуры вращения.

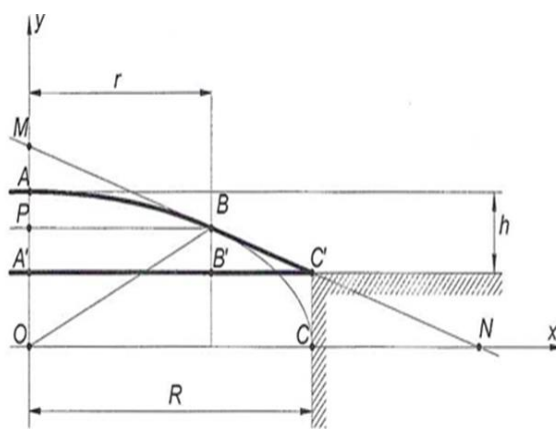
Относительные деформации соответственно по меридиану (ϵ_m) и по площади (ϵ_s):

$$\epsilon_m = \frac{L - L_0}{L_0} \cdot 100\%; \quad \epsilon_s = \frac{S - S_0}{S_0} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где L_0 и S_0 соответственно радиус и площадь рабочей части кругового образца до деформации, L и S соответственно длина меридиана и площадь после деформирования.



Деформирование тором



Деформирование сферой, параболоидом, эллипсоидом

Рисунок 2 – Схема для расчёта величин деформации кругового образца листового материала телами вращения

При проведении соответствующих расчётов получены следующие результаты [2, 3].
При выдавливании образца наконечником пуансона сферической формы относительные деформация вычисляется по формуле:

$$\varepsilon_m = \frac{2(R+\delta) \left(\arcsin \frac{R+\delta}{\sqrt{(H-R-\delta)^2 + R^2}} + \operatorname{arctg} \frac{H-R-\delta}{R} \right)}{L_0} + \frac{2\sqrt{H^2 - 2H(R+\delta) + R^2} - L_0}{L_0} \cdot 100\%, \quad (2)$$

Относительные деформации наконечником пуансона тороидальной формы:

$$\varepsilon_m = \frac{D + 2(r+\delta) \left(\arcsin \frac{r+\delta}{\sqrt{(H-r-\delta)^2 + S^2}} + \operatorname{arctg} \frac{H-r-\delta}{S} \right)}{L_0} + \frac{2\sqrt{H^2 - 2H(r+\delta) + S^2} - L_0}{L_0} \cdot 100\%, \quad (3)$$

$$\varepsilon_s = \frac{S - \pi R^2}{\pi R^2} \cdot 100\%, \text{ где}$$

$$S = \pi \cdot \frac{D^2}{4} + \pi D(r+\delta)\varphi + 2\pi(r+\delta)^2(1 - \cos\varphi) + \pi \left(\frac{D}{2} + (r+\delta)\sin\varphi + R \right) \sqrt{(h-r)^2 + S^2 + (r+\delta)^2 + 2(r+\delta)((h-r)\cos\varphi - S\sin\varphi)}, \quad (4)$$

$$\text{причём } \sin\varphi = \frac{S(r+\delta) + (h-r-\delta)\sqrt{(h-r-\delta)^2 + S^2} - (r+\delta)^2}{(h-r-\delta)^2 + S^2}.$$

При деформировании поверхностью параболоида вращения имеем:

$$\varepsilon_m = \frac{k^2 \ln \left| \frac{2b\sqrt{R} + m}{k} \right| + 2b\sqrt{R}m + 2am\sqrt{kR} - 4kR^2}{4kR^2} \cdot 100\%; \quad (5)$$

$$\varepsilon_s = \frac{6aR\sqrt{k} \cdot (b + \sqrt{R^3}) \cdot \sqrt{4b^2R + k^2} + k^3 - c^3 - 6kR^4}{6kR^4} \cdot 100\%, \quad (6)$$

где k параметр параболоида, который образован вращением параболы $y = -\frac{R}{k}x^2$ вокруг

её оси симметрии, $a = \sqrt{\frac{R^3}{k} - h}$ и $b = \sqrt{R^3 - a\sqrt{k}}$ [4].

Формулы для расчёта относительных деформаций при продавливании поверхностью эллипсоида вращения с полуосями a и b имеют следующий вид:

$$\varepsilon_m = \left(\frac{p}{Rn} \sqrt{m + 4R^2 p^2} + E(t_B, \varepsilon) - 1 \right) \cdot 100\%; \quad (7)$$

$$\varepsilon_s = \frac{b^2}{R} \left(\frac{1}{c} \ln \frac{(c+R)n}{b(2cp + \sqrt{n^2 + 4c^2 p^2})} + \frac{2p}{n^2} \left(\sqrt{m^2 + 4R^2 p^2} - \sqrt{n^2 + 4c^2 p^2} \right) \right) \cdot 100\%, \quad (8)$$

где $c = \sqrt{R^2 - b^2}$, $p = b - h$, $m = b^2 - p^2$, $n = b^2 + p^2$, $t_B = \arctg \frac{m}{2bp}$, $\varepsilon = \frac{\sqrt{R^2 - b^2}}{R}$ и

эллиптический интеграл второго рода $E(t_B, \varepsilon) = \int_0^{t_B} \sqrt{1 - \varepsilon^2 \sin^2 t} dt$ [5].

Анализ полученных зависимостей показал, что для получения 15 % относительной деформации по меридиану следует продавить образец в среднем на 35 % больше, чем для получения такой же величины относительной деформации по площади при использовании всех поверхностей продавливания.

Список использованных источников

1. Зыбин, А. Ю. Двухосное растяжение материалов для верха обуви / А. Ю. Зыбин. – Москва : Лёгкая индустрия, 1974. – 120 с.
2. Дмитриев, А. П. Деформация обувных материалов на полусфере / А. П. Дмитриев, О. А. Буркина, М. В. Семашко // Вестник ВГТУ, № 14, 2008. – С. 14–20.
3. Дмитриев, А. П. Методы оценки свойств обувных материалов / А. П. Дмитриев, О. А. Петрова-Буркина, А. Н. Буркин, В. Д. Борозна / Научно-практический журнал «Компетентность», № 4 (95), Москва, 2012. – С. 48–53.
4. Дмитриев, А. П. Расчёт величин деформации при формовании обувных материалов параболоидом вращения / А. П. Дмитриев, А. В. Коваленко // Вестник ВГТУ, № 24, 2013. – С.7–15.
5. Дмитриев, А. П. Деформация листовых материалов на поверхности эллипсоида вращения / А. П. Дмитриев, Ю. А. Завацкий, О. А. Буркина // «Вестник Віцебскага дзяржаўнага ўніверсітэта». – № 5 (59), 2010. – С. 16–20.

УДК 334

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЕ И ИНТЕГРАЛЬНОЕ ИСЧИСЛЕНИЕ В ЭКОНОМИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ

Вардомацкая Е.Ю., ст. преп., Кондакова А.И., студ., Кажуро А.И., студ.

*Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье охарактеризованы и рассмотрены виды финансово-экономических задач, решение которых базируется на методах дифференциального и интегрального исчисления.

Ключевые слова: интеграл, производная функции, предельные величины, функции спроса, предложения, полезности, кривая Лоренца, коэффициент Джини.

Применение методов дифференциального и интегрального исчисления имеет большую значимость для экономической науки, так как математические методы играют ключевую роль в анализе и моделировании экономических процессов.

Производная – основное понятие дифференциального исчисления, характеризующее скорость изменения функции. Определяется как предел отношения приращения функции к приращению ее аргумента при стремлении приращения аргумента к нулю, если таковой предел существует. Определение производной выражается с помощью формулы

$$f'(x_0) = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta y}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x_0 + \Delta x) - f(x_0)}{\Delta x}$$

Понятие «производная в экономике» тесно связано с производственными задачами, предельным анализом и эластичностью функций. Примерами предельных величин в экономике являются: предельный доход, предельные издержки, предельная полезность, предельная производительность труда. Они характеризуют не состояние, а сам процесс, т.е. изменение экономического объекта. Поэтому производная показывает скорость