



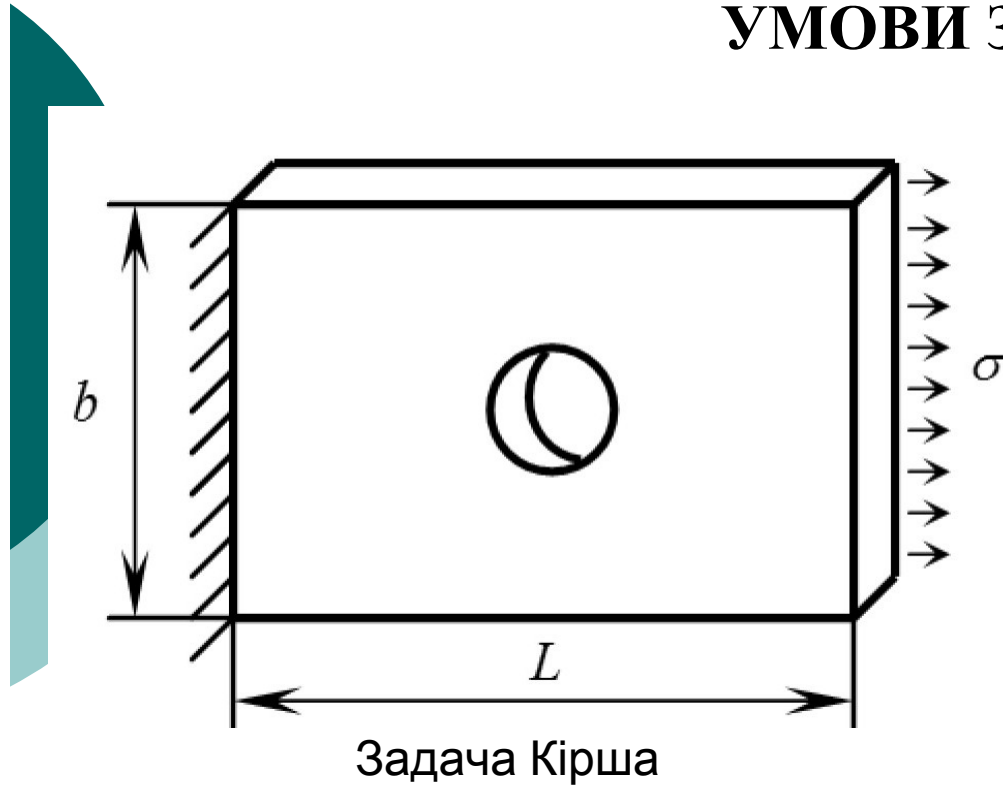
**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**“РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ ПЛАСТИНИ З ОТВОРОМ ЗА
ДОПОМОГОЮ ЧИСЛОВИХ МЕТОДІВ”**

**Доповідач:
Бірко П.Р.
Керівник:
проф. Роговий А.С.**

Харків 2018

УМОВИ ЗАДАЧІ



Прямокутна пластинка зі сторонами $L=0,4$ м и $b=0,3$ м, закріплена на одній стороні й навантажена із протилежної напругами, що розтягують, $\sigma=10$ МПа. Пластинка має товщину $h=0,002$ м й отвір у центрі радіусом $r=0,02$ м. Пластинка виготовлена зі сталі з модулем пружності $E=2,1 \cdot 10^{11}$ Па й коефіцієнтом Пуассона 0,28. Необхідно визначити напруги та деформації біля отвору.

Відома задача Кірша про концентрації напруг біля отворів у пластині, що розтягується напругами σ , яка має аналітичне рішення, згідно якого коефіцієнт концентрації біля отвору дорівнює 3 (вивчається звичайно в курсі «Теорія пружності»). Аналітичне рішення даної задачі наведено в довіднику Біргера, Шорра, Іосилевича «Расчет на прочность деталей машин» (М., Машиностроение, 1993), с. 511).

СЕРЕДОВИЩЕ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ

The screenshot shows the ANSYS Workbench interface with the following components and annotations:

- 1**: Toolbox on the left side of the interface.
- 2**: Project Schematic in the center, showing a hierarchy of components: Fluid Flow (CFX), Geometry, Mesh, Setup, Solution, Results, and Parameters.
- 3**: Properties of Schematic AS: Solution on the right side, showing a table of properties.
- 4**: Messages panel at the bottom, displaying a warning message from the CFX Solver.
- 5**: Progress panel at the bottom, showing the status of the simulation.

Properties of Schematic AS: Solution

	A	B
1	Property	Value
2	General	
3	Component ID	Solution
4	Directory Name	CFX
5	Initialization Option	Up...
6	Execution Control Conflict Option	Warn
7	Multi-configuration Post Processor File Load Opti...	
8	Load Option	La...
9	Solution Process	
10	Update Option	Ru...

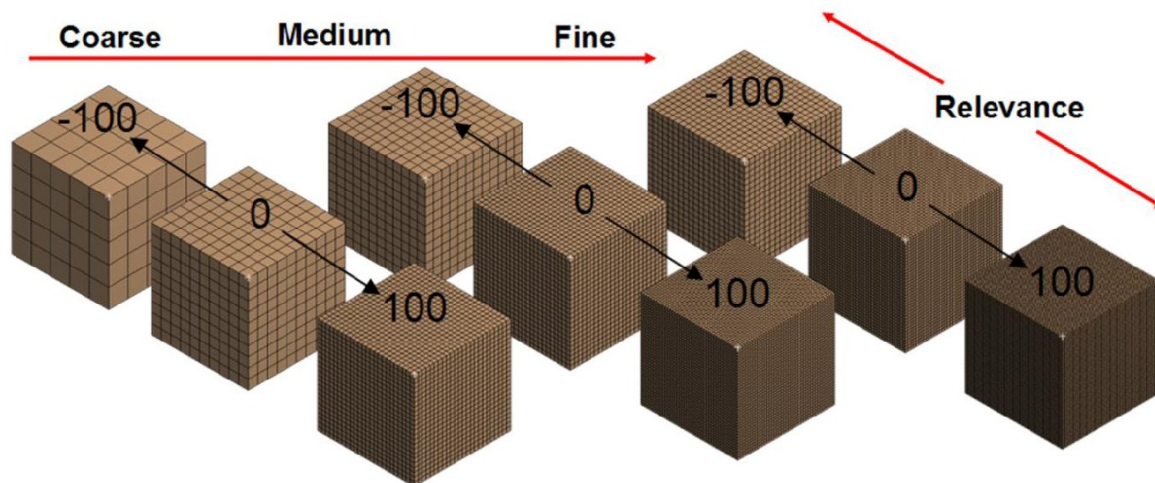
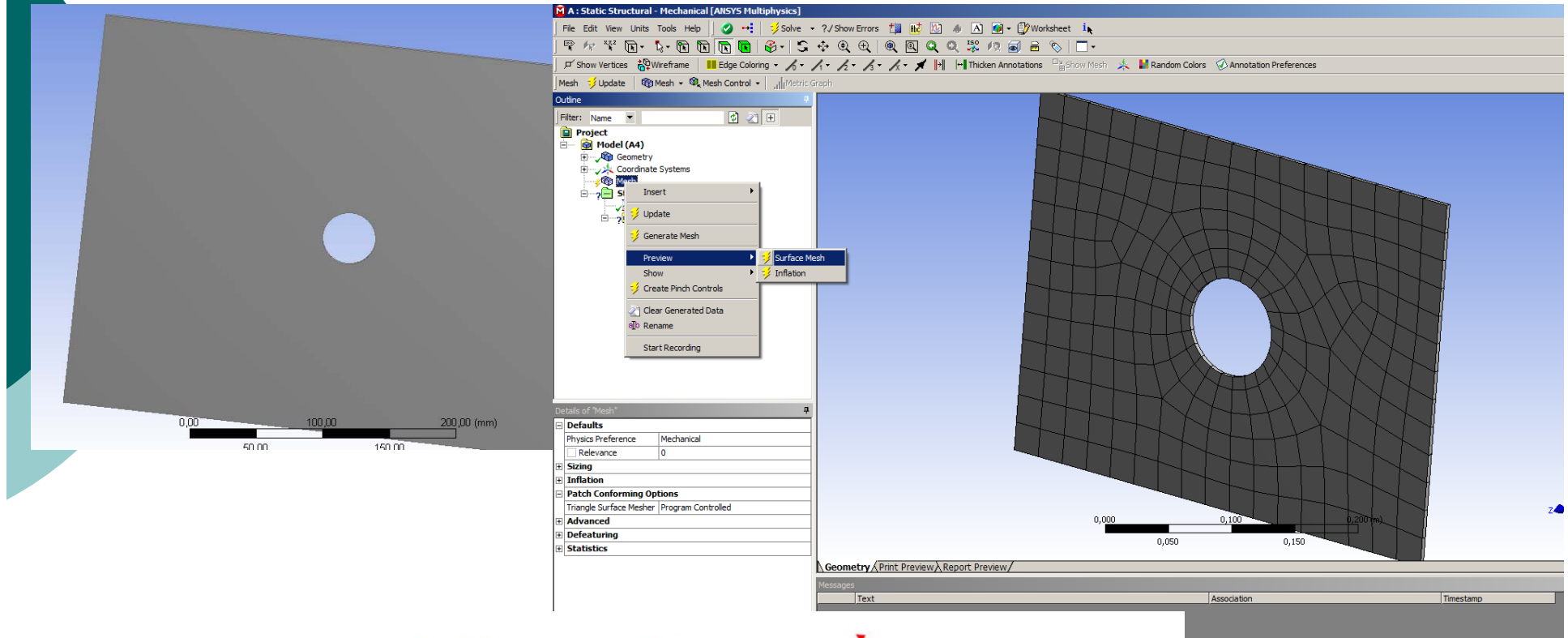
Messages

	A	B	C	D
1	Type	Text	Ass...	Date/Time
2	Warning!	The CFX Solver for system Fluid Flow (CFX) did not produce a results file. Detailed information can be found in the output file for the run, which can be viewed by selecting Display Monitors from the Solution component. The following project file may not have been backed up before it	4	31.10.2011 10:27:00

Progress

	A	B	C
1	Status	Details	Progress

ЕТАПИ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ



ГРАНИЧНІ УМОВИ

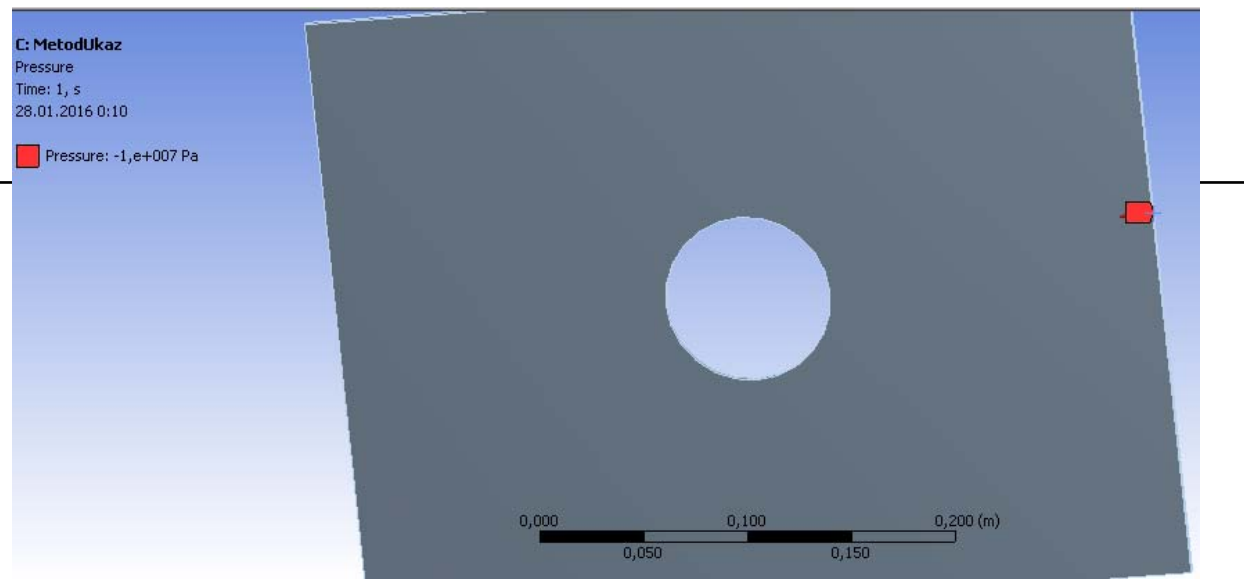
Outline

Filter: Name

- Project
 - Model (C4)
 - Geometry
 - Coordinate Systems
 - Mesh
 - Static Structural (C5)
 - Analysis Settings
 - Pressure
 - Solution (C6)
 - Solution Information

Details of "Pressure"

Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	1 Face
Definition	
Type	Pressure
Define By	Normal To
Magnitude	-1,e+007 Pa (ramped)
Suppressed	No



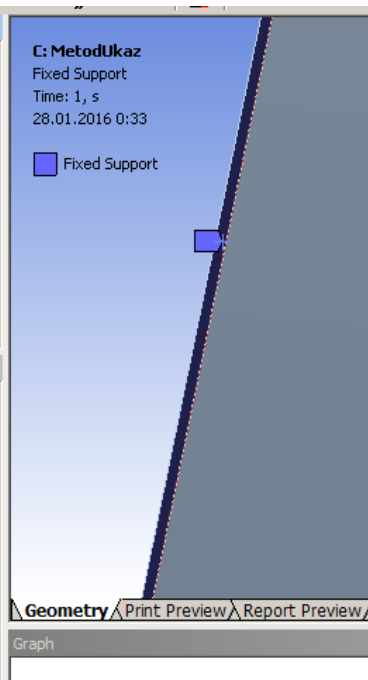
Outline

Filter: Name

- Project
 - Model (C4)
 - Geometry
 - Coordinate Systems
 - Mesh
 - Static Structural (C5)
 - Analysis Settings
 - Pressure
 - Fixed Support
 - Solution (C6)
 - Solution Information

Details of "Fixed Support"

Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	1 Face
Definition	
Type	Fixed Support
Suppressed	No



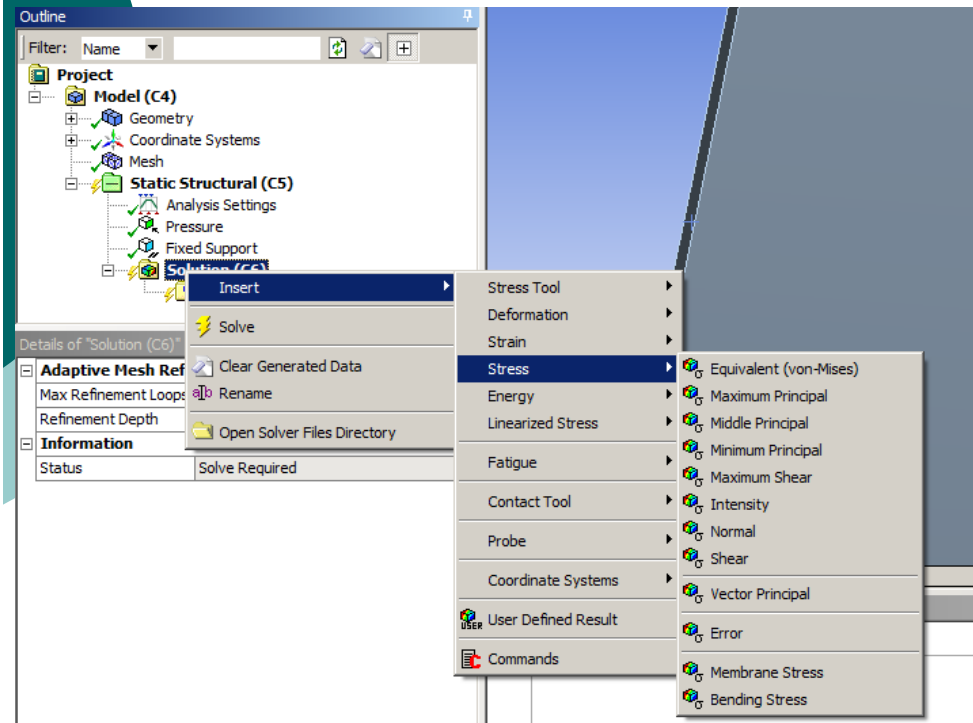
Project

- Model (C4)
 - Geometry
 - Coordinate Systems
 - Mesh
 - Static Structural (C5)
 - Analysis Settings
 - Pressure
 - Fixed Support
 - Solution (C6)
 - Solution Information

Details of "Analysis Settings"

Step Controls	
Number Of Steps	1,
Current Step Number	1,
Step End Time	1, s
Auto Time Stepping	Program Controlled
Solver Controls	
Solver Type	Program Controlled
Weak Springs	Program Controlled
Large Deflection	Off
Inertia Relief	Off
Restart Controls	
Nonlinear Controls	
Output Controls	
Analysis Data Management	
Solver Files Directory	E:\CPX\FEM\KirshaPlate\VP_files\dp0\SYS...
Future Analysis	None
Scratch Solver Files...	
Save MAPDL db	No
Delete Unneeded Fi...	Yes
Nonlinear Solution	No
Solver Units	Active System
Solver Unit System	mks
Visibility	

ВИБІР ПАРАМЕТРІВ ВИВЕДЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОЗРАХУНКУ



Тому що в нашому завданні необхідно визначити відношення максимуму напруг до номінальних напруг у деталі без різкої зміни її форми, то для візуалізації результатів розрахунку виберемо Stress Equivalent (von-Mises) і Strain Equivalent (von-Mises). Equivalent (von Mises) – еквівалентні деформації й напруги. На підставі четвертої теорії міцності зазначені величини розраховуються за формулами:

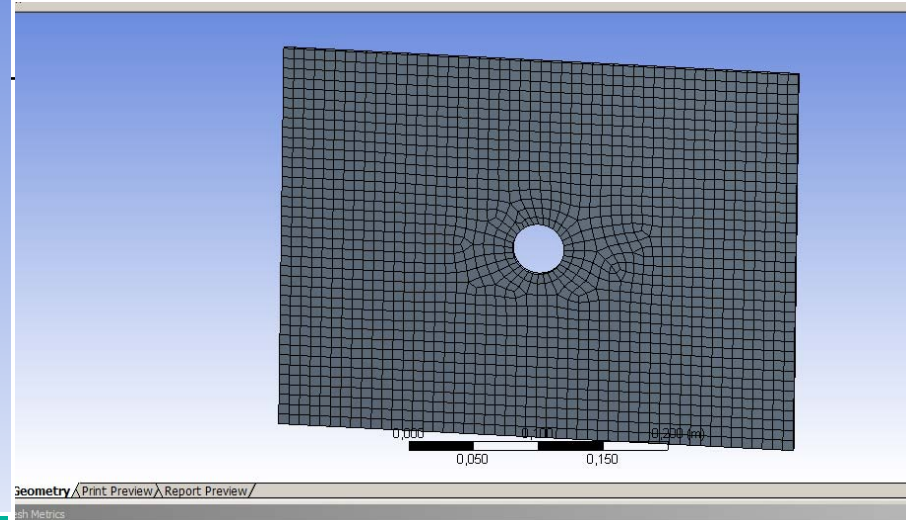
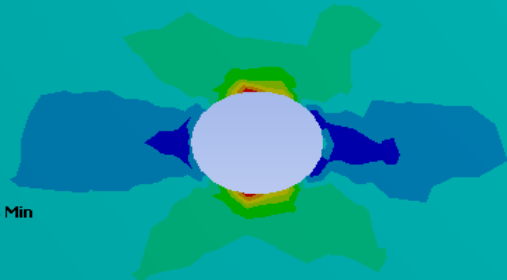
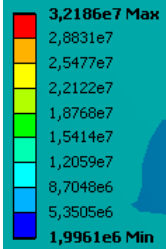
$$\sigma_{eqv} = \sqrt{\frac{1}{2} \left[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 \right]},$$
$$\varepsilon_{eqv} = \frac{1}{1 + \mu} \sqrt{\frac{1}{2} \left[(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)^2 + (\varepsilon_2 - \varepsilon_3)^2 + (\varepsilon_3 - \varepsilon_1)^2 \right]},$$

де $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ – головні напруги; $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ – головні деформації; μ – коефіцієнт Пуассона.

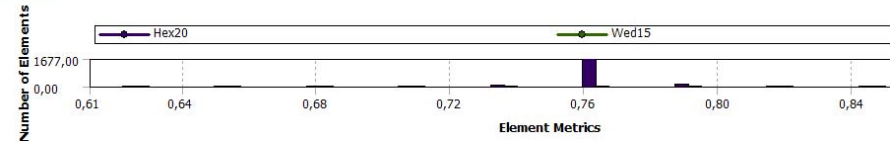
РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ

D: Static Structural

Equivalent Stress
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: Pa
Time: 1
28.01.2016 14:30

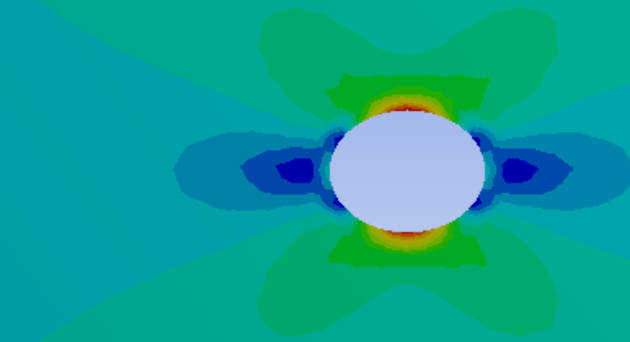
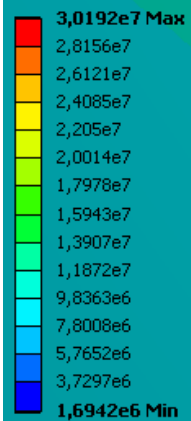


Controls



C: MetodUkaz

Equivalent Stress
Type: Equivalent (von-Mises) Stress
Unit: Pa
Time: 1
28.01.2016 14:52



Поліпшена сітка

ВИСНОВКИ

1. Максимальні напруги становлять 32,2 МПа, тобто коефіцієнт концентрації напруг становить 3,22. Погрішність щодо теоретичного значення становить 7,3 %, що викликано тим, що пластинка має обмежені розміри на відміну від необмеженої пластинки в теорії.

2. Друга причина погрішності – недостатня кількість елементів сітки. Для розрахунку концентрації напруг сітка повинна бути досить густою. Коли сітка стала більш якісною та густою (мінімальна якість елементів сітки – 0,61-0,64, що є гарною якістю для проведення розрахунків) максимальні напруги становлять 30,2 МПа, тобто коефіцієнт концентрації напруг становить 3,02. Погрішність щодо теоретичного значення становить 0,7 %.