

Секція 2. Сучасні навчальні ресурси та цифрові технології в освітньому процесі

**Rudyk Oleksandr Yuhymovych
Poberezhnyi Mykhailo Mykhailovych
Kaplun Pavlo Vitaliyovych
Gonchar Volodymyr Antonovych**

APPLICATION OF MODERN EDUCATIONAL RESOURCES FOR CALCULATIONS OF DETAILS

In the modern educational process, it is difficult to present education without modern educational resources. The need to modernize engineering education is due to a number of objective factors: the growing pace of technical progress, rapid technological changes in industrial production, priorities for increasing its efficiency [1].

Modern education, which is based on the informatization of the educational process, changes its structure and content, as it allows the use of information and communication technologies, the use of which in the educational process is connected with the introduction of CAD/CAE systems into the teaching methodology [2, 3]. They provide a quick and accurate solution on the computer of all, without excluding problems in three-dimensional space, since the methods of three-dimensional modelling (solid, surface, hybrid) fundamentally change the methodology of design and production preparation: the main, primary carrier of information about the designed object becomes its 3D model, and the drawings created according to this model are a secondary form of displaying the object [4].

SolidWorks is an automated design system that uses the user-friendly graphical interface of Microsoft Windows. SolidWorks allows design engineers to quickly display their ideas in a sketch, experiment with elements and dimensions, as well as create models and detailed drawings [5].

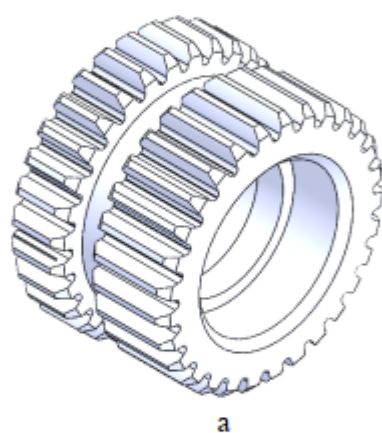
SolidWorks Simulation is an add-on to SW designed for solving problems of the mechanics of a deformed solid body using the finite element method (numerical simulation). The program uses the geometric model of the part to form the calculation model. Integration with SW makes it possible to minimize operations associated with specific features of finite element approximation [6, 7].

SolidWorks Simulation is based on the finite element method (FEM) – a method of approximate numerical solution of physical problems. It is based on discretization of the object into a finite set of elements. Finite elements have different shapes and sizes. As a result of discretization, a mesh is created from the boundaries of the elements. Their intersections form nodes. The set of all finite elements and nodes is a finite element model of a deformed body. The choice of the type, shape, and size of finite elements depends on the type of stress-strain state, shape, and load of the body under study [8].

Thus, in works [8, 9], the influence of the SolidWorks Simulation mesh quality on the accuracy of part calculations was evaluated. For reliable results, a high-quality mesh based on curvature is used, and for Jacobian verification, the parameter "In nodes" with the selection of the optimal number and size of finite elements, which improves the accuracy of calculations.

The authors [10] determined the dependence of the nodal stress on the number of finite elements of the model. The conclusion was made: to build a mesh of the optimal size, it is necessary to conduct a series of experiments, gradually increasing the number of finite elements and comparing the results of research. Starting from a certain number of finite elements, the value of the sought value will change slightly, which will determine the optimal grid size.

The purpose of this study was to determine the parameters of the grid, which determines the minimum permissible value of the safety factor ($[n] = 1.5$) of the driven gear of the drum gear unit of the UVN-74 vacuum spraying unit. For this, a 3D model of the gear block was created in SolidWorks (fig. 1, a).



Свойство	Значение	Единицы измерения
Модуль упругости	200000	Н/мм ²
Коэффициент Пуассона	0.28	Не применимо
Модуль сдвига	79000	Н/мм ²
Массовая плотность	7900	кг/м ³
Предел прочности при растяжении	600	Н/мм ²
Предел прочности при сжатии		Н/мм ²
Предел текучести	400	Н/мм ²
Коэффициент теплового расширения	1,1e-05	/К
Теплопроводность	14	W/(мК)
Удельная теплоемкость	440	J/(кг·К)

Fig. 1. 3D model of the gear block (a) and the purpose of its material (b)

Then the SolidWorks Simulation software module was applied to the model: the type of study of the stress-strain state was chosen - static analysis. During its implementation, the material of the part was determined (austenitic stainless steel 1.4541 X6CrNiTi18-10, an analogue of steel 12X18H10T, from which the gear block is made – fig. 1, b).

Places of attachment were selected (in this study – fixed geometry) and external loads were applied (circular force $F_t = 354$ N, radial force $F_r = 129$ N – fig. 2, a). Then the system divides the model into elements connected at nodes: the finite element analysis program considers the model as a grid (fig. 2, b).

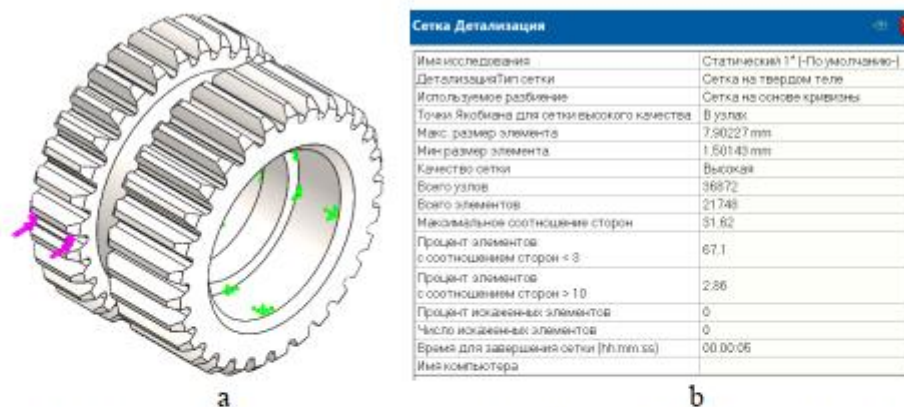


Fig. 2. Fixing the driven gear block and applying loads to it (a) and grid parameters (b)

To determine the grid parameters that correspond to the minimum value of the safety factor of the driven gear block, studies were conducted, the results of which are shown in fig. 3.



Fig. 3. Dependence of the minimum safety factor on the maximum size of the grid element

Thus, in order to determine the parameters of the mesh according to the purpose of the research, the maximum size of the mesh elements was changed and the experimental results were compared: the maximum size of the mesh element 5.54739077 mm corresponds to the minimum value of the margin of safety coefficient, which is larger than permissible (fig. 3 – $n = 1.529$). At the same time, the parameters of the finite-element mesh are as follows: a high-quality mesh based on curvature, "in

nodes", a total of 55564 nodes; total elements 33913; maximum aspect ratio 21.796; the percentage of elements with an aspect ratio <3 is 79.9; the percentage of elements with an aspect ratio >10 is 0.752; percentage and number of distorted elements 0).

Calculation results: the maximum nodal von Mises stresses occur in node No. 22750 and are $\sigma_{\max} = 261.6$ MPa; the maximum resulting URES displacement occurs at node 969 and is $h_{\max} = 0.00215$ mm; the maximum equivalent strain of ESTRN occurs at node 6109 and is $\delta_{\max} = 0.001053$ mm.

Therefore, modern educational resources in the educational process of future engineers play a key role in training highly qualified specialists.

References

1. Рудик О. Ю. SolidWorks як інноваційний засіб вивчення дисциплін автомобільного профілю / О. Ю. Рудик, О. В. Диха // «Системні технології» 3 (128) 2020. – С. 21-35.
2. Rudyk O. Yu. The use of innovative technologies as a means of enhancing student learning / O. Yu. Rudyk, V. V. Korzun, A. A. Antonov // Ресурсно-орієнтоване навчання в «3D»: доступність, діалог, динаміка: збірник тез доповідей III Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Полтава, 22–23 лютого 2023 року). – Полтава: ПУЕТ, 2023. – С. 1068-1073.
3. Rudyk Oleksandr. SolidWorks as an innovative means of researching automotive engineering / O. Rudyk, M. Barnych, O. Humeniuk, V. Shchur // Актуальні проблеми в системі освіти: заклад загальної середньої освіти – доуніверситетська підготовка – заклад вищої освіти: зб. наук. праць матеріалів IX Всеукраїнської науково-практичної конференції, 17 лютого 2023 р., м. Київ, Національний авіаційний університет. – К.: НАУ, 2023. – С. 130-141.
4. Рудик О. Ю. SolidWorks – CAD/CAE-система технічних вузів / О. Ю. Рудик, П. В. Каплун // Science, society, education: topical issues and development prospects. Abstracts of the 2nd International scientific and practical conference. SPC "Sci-conf.com.ua". – Kharkiv, Ukraine, 2020. – Pp. 249-253.
5. Rudyk O. Yu. Modern educational resources on the example of SolidWorks / O. Yu. Rudyk, O. V. Hlyadyk, R. V. Kolisnyk, Yu. Yu. Yastremskyi // Ресурсно-орієнтоване навчання в «3D»: доступність, діалог, динаміка : збірник тез доповідей IV Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (м. Полтава, 22–23 лютого 2024 року). – Полтава: ФКУЕП ПДАУ, 2024. – С. 163-168.
6. Рудик О. Ю. Застосування SolidWorks у навчальному процесі / О. Ю. Рудик, Н. С. Марійн, С. І. Ярошук // Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції «Ресурсно-орієнтоване навчання в «3D»: доступність, діалог, динаміка» / укл. Н. В. Кононец, В. О. Балюк. – Полтава: КУЕП ПДАА, 2020. – С. 96-100.
7. Рудик О. Застосування SolidWorks для підготовки висококваліфікованих фахівців / О. Рудик, П. Каплун, В. Гончар // Актуальні проблеми в системі освіти: заклад загальної середньої освіти – доуніверситетська підготовка – заклад вищої освіти: зб. наук. праць матеріалів VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції, 17 лютого 2022 р., м. Київ, Національний авіаційний університет. – К.: НАУ, 2022. – С. 699-706.
8. Rudyk O. Yu. The impact of the SolidWorks Simulation network quality on the accuracy of the calculations / O. Yu. Rudyk, V. A. Gonchar // Eurasian scientific congress. Abstracts of the 1st International scientific and practical conference. Barca Academy Publishing. – Barcelona, Spain, 2020. – Pp. 185-188.
9. Диха О. В. Застосування SolidWorks Simulation для підготовки фахівців автомобільного профілю / О. В. Диха, О. Ю. Рудик // Збірник тез доповідей II-ї Міжнародної науково-технічної конференції «Перспективи розвитку машинобудування та транспорту – 2021»: Збірник тез [Електронний ресурс]. – Вінниця: ВНТУ. – 2021. – С. 484-485.
10. Трасковецька Л. М. Математичне моделювання працездатності деталей методом скінченних елементів / Л. М. Трасковецька, О. Ю. Рудик, О. В. Бірюков // Інформатика, інформаційні системи та технології: тези доповідей шістнадцятої всеукраїнської конференції студентів і молодих науковців. Одеса, 19 квітня 2019 р. – Одеса: ОНУ. – С. 96-97.