

Belouettar, Michel Potier-Ferry, El Mostafa Daya Review and assessment of various theories for modeling sandwich composites // *Composite Structures*. – 2008. – 84. – P. 282–292. 6. Demasi L. 13 Hierarchy plate theories for thick and thin composite plates // *Composite Structures*. – 2008. – 84. – P. 256–270. 7. Tarnopol'skii Yu. M., Kincis T. Ya. Static test methods for composites. New York: Van Nostrand Reinhold; 1985. 8. Araujo A. L., Mota Soares C. M., Moreira de Freitas M. J., Pedersen P., Herskovits J. Combined numerical-experimental model for the identification of mechanical properties of laminated structures // *Composite Structures*. – 2000. – Vol. 50. – P. 363–372. 9. Rikards R., Chate A., Gailis A. Identification of elastic properties of laminates based on experimental design // *Solids and Structures*. – 2001. – Vol. 38. – P. 5097–5115. 10. Diveyev B., Butyter I., Shcherbyna N. High order theories for elastic modules identification of composite plates. Part 1. Theoretical approach // *Mechanics of Composite Materials*. – 2008. – 44, № 1. – P. 25–36. 11. Diveyev B., Butyter I., Shcherbyna N. Influence of clamp conditions and material anisotropy on frequency spectra of laminated beams // *Mechanics of Composite Materials*. – 2011. – 47, № 2.

УДК 621.9.048.6

О.Т. ВЕЛИКА, М.В. БОЙКО, В.Г. ТОПІЛЬНИЦЬКИЙ, Р.В. ЛАМПІКА
Національний університет “Львівська політехніка”

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ДЕТАЛІ “КРОНШТЕЙН”

© Велика О.Т., Бойко М.В., Топільницький В.Г., Лампіка Р.В., 2011

Розроблено алгоритм розрахунку напружено-деформованого стану металевої пластинки деталі “Кронштейн”, визначено її оптимальну товщину, яка задовольняє необхідні умови виготовлення та експлуатації.

The algorithm of calculation of the tensely deformed state of metallic plate of detail is developed “Bracket”, certain it optimum thickness which satisfies the necessary terms of making and exploitation.

Вступ. Пластиноподібні кронштейни набули широкого поширення як елементи кріплення, використовувані в сучасних інженерних конструкціях приладобудування, машинобудування, в промисловому та цивільному будівництві тощо. В процесі своєї експлуатації вони несуть суттєве навантаження, часто знакозмінне, тому їх конструкція повинна забезпечувати гарантовані умови експлуатації і в більшості випадків не бути металомісткою. Відповідно, для їх виконання необхідно проводити ґрунтовний розрахунок напружено-деформованого стану цього виду деталей ще на стадії проектування, зокрема з використанням комп’ютерної техніки.

Аналіз останніх досліджень. Відомі уточнені схеми визначення напружено-деформованого стану пластин в умовах плоского защемлення [1,2]. Зокрема в [1], на основі інженерних підходів, оцінено вплив защемлення на частотні характеристики консолі, а в [2] динамічні характеристики отримано методом скінченних елементів.

Постановка задачі. Кронштейн, який розглядається в цій статті, застосовується як елемент для з'єднання двох напрямних транспортування кареток з вантажем у місцях переходу їх з площини підйому в горизонтальну площину. Конструктивно він являє собою металеву пластину, обlitу пластмасою. В процесі його виготовлення на каркасну металеву пластинку діє рівномірно розподілена сила, яка виникає під дією тиску лиття пластмаси. При недостатній товщині пластини вона може деформуватись, втрачати свою запроєктовану форму. В результаті, після операції заливки пластини пластмасою, виріб „кронштейн” має дефект, стає бракованим і не придатним до використання (рис. 1).



Рис. 1. Браковані вироби в результаті деформації пластини

Недостатня вивченість напружено-деформованого стану цього виробу приводить до зайвих витрат матеріалів при його виробництві, з одного боку, і не забезпечує надійності конструкції – з іншого. Тому дослідження та аналіз напружено-деформованого стану кронштейну є актуальною проблемою, оскільки для нормальної роботи конструкції деталь “Кронштейн” повинна задовольняти необхідні умови міцності, жорсткості, стійкості.

Одним з основних завдань при конструюванні кронштейну є оптимізація технологічного і конструкторського розрахунків у процесі проектування виробу.

Виклад основного матеріалу. З аналізу деталі видно, що розміри металеві пластини, її товщина є недостатніми, пластинка деформувалась і в результаті пластмаса не повністю облила її. Тому для отримання якісних деталей “кронштейн” доцільно визначити оптимальний розмір товщини металічної пластини.

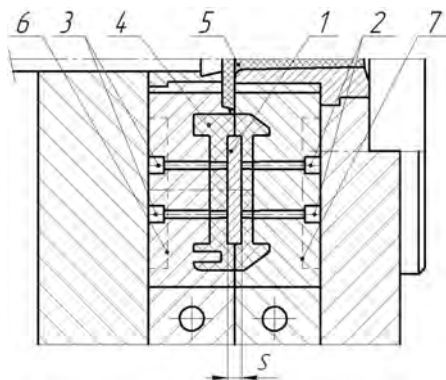


Рис. 2. Розташування металеві пластинки у прес-формі:

- 1 – металічна пластинка; 2, 3 – фіксатори пластинки;
- 4 – формуюча порожнина деталі “Кронштейн”;
- 5 – ливникова система; 6, 7 – формуючі матриці

У процесі формування кронштейну (рис. 2) пластинка 1 розміщується у формуючій порожнині 4 матриць 6, 7 і фіксується (защемлюється) на її осі за допомогою чотирьох фіксаторів 2, 3. Пластмаса під тиском через ливникову систему 5 заповнює формуючу порожнину 4 і обливає металічну пластинку 1.

Отже, необхідно розробити алгоритм розрахунку напружено-деформованого стану та провести дослідження, що стосуються оптимального вибору геометричних параметрів (товщини) пластинки, яка б задовольняла умови виготовлення.

Дослідження необхідності розрахунку підтверджує рис. 1, на якому видно дефекти виробу в центральній частині, які утворились в процесі виготовлення.

Використаємо для розрахунку металеві пластинки на міцність і жорсткість метод скінченних елементів САЕ системи. Алгоритм автоматизованого розрахунку пластини має такі основні етапи [4]:

– проектується в 3D модулі САД системи тривимірна модель пластини, для якої необхідно провести розрахунок (рис. 3).

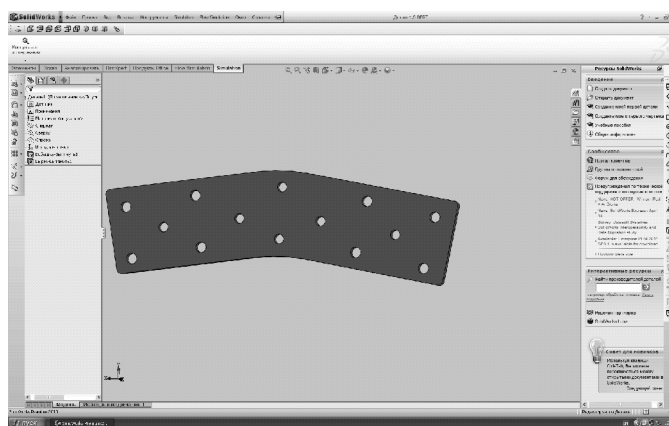


Рис. 3. Тривимірна модель металічної пластини

– для проведення розрахунків в САЕ системі задаються такі параметри запроектованої моделі: матеріал деталі, площі і форми поперечного перерізу, її закріплення та навантаження, які виникають в процесі виготовлення.

– вибирається тип скінченно-елементного аналізу (статичний чи динамічний), тип та розмір скінченних елементів, точність майбутнього розрахунку тощо.

– на останньому етапі в автоматичному режимі, закритому від користувача, відповідно до вхідних даних виконуються розрахунок моделі деталі на міцність (система вибирає вузли в об'ємі деталі, розбиває деталь на кінцеві елементи, нумерує вузли, будує матрицю елементів, складає рівняння розрахунків). Результати розрахунку відображаються у вигляді табличних даних та візуальних епюр (рис. 4).

У табличних даних відображені величини напружень, які виникають у вузлах моделі, тобто величини напружень по всьому об'єму деталі залежно від її матеріалу, закріплення та прикладеного навантаження, а також деформація деталі (вказується у відносних чи абсолютних переміщеннях окремих вузлів деталі). Кольорові епюри, через вказану на рисунку деталі карту зв'язку відповідного кольору з відповідною величиною напружень, візуально показують розподіл напружень по моделі деталі, зони найбільших та найменших напружень, а, відповідно, і місця, де деталь буде руйнуватись. Інший тип епюр відображає деформовану (залежно від початкових умов) деталь. Також система САЕ після завершення розрахунку показує коефіцієнт запасу міцності деталі, з якого можна зробити висновок про можливість використання запроектованої деталі в заданих умовах експлуатації.

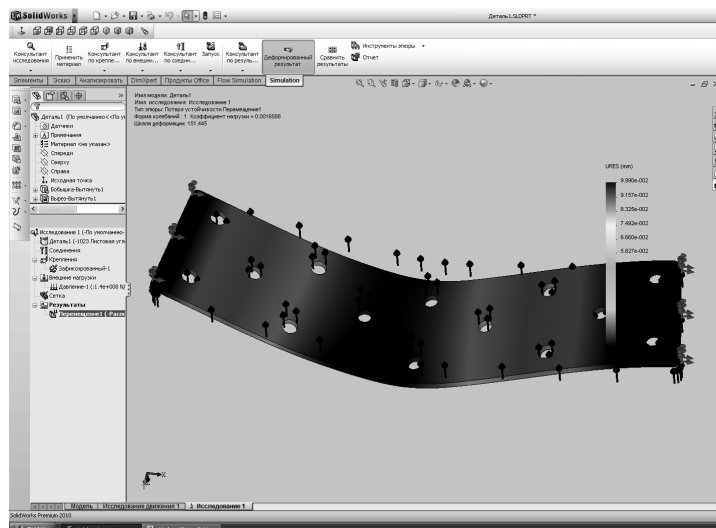


Рис. 4. Віртуальні результати деформаційного розрахунку

На основі отриманих результатів розрахунку на міцність, в діалоговому режимі з CAE/CAD системою змінюється товщина пластинки і виконуються нові скінченно-елементні розрахунки з метою досягнення необхідного результату для забезпечення необхідної надійності експлуатації майбутнього виробу.

Висновки. У результаті виконаних автоматизованих розрахунків було визначено оптимальну товщину металевої пластинки деталі “Кронштейн”, яка задовільняє необхідним умовам виготовлення та експлуатації.

1. Филиппов А.П. Колебания деформируемых систем. – М.: Машиностроение, 1970. – 734 с.
2. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов. – М.: Мир, 1979. – 392 с.
3. Алямовский А.А. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А.А. Алямовский, А.А. Собачкин, Е.В. Одинцов и др. – СПб.: БХВ Петербург, 2006. – 799 с.
4. Велика О.Т., Топільницький В.Г., Бойко М.В., Лампіка Р.В. Розрахунок прямокутної матриці прес-форми на міцність і жорсткість.