

4. Линхард, Дир. Ламинарная пленочная конденсация на неизотермических поверхностях, поверхностях с произвольным тепловым потоком и на ребрах// Теплопередача. Труды ASME. – 1974. - т. 96. - № 2. - С. 90-98.
5. Холпанов Л. П. и др. Сопряженный теплообмен между пленкой жидкости и твердой стенкой// ИФЖ. - т. 27. - № 6. - С. 1091-1097.
6. Михалевич А.А., Песляк В.И. Расчет эффективности оребрения в условиях конденсации теплоносителя на мелкорребристой поверхности// Доклады АН БССР. – 1975. - т. 19. - С. 420-423.
7. Зозуля Н.В., Карху В.А. Распределение температуры и коэффициент теплоотдачи при конденсации пара на прямоугольном ребре// ИФЖ. – 1967. - т. 13. - № 6. - С. 853-858.
8. Исаченко В.П. Теплообмен при конденсации. - М.: Энергия, 1977. - 236 С.

V.Gorin

Odessa State Academy of Technical Regulation and Quality

Impact nonisothermal heat transfer surfaces on the efficiency finned vapor condensation

Theoretical studies of the effect on the non-isothermal heat transfer surface condensation on smooth and ribbed surfaces.

Conducting theoretical investigations of vliyaniniya nonisothermicity intensified heat exchange surfaces

Nonisothermal heat transfer surface has a significant effect on the average heat transfer coefficient, leading to their decline.

nonisothermal heat exchange surface, film thickness, fin efficiency

Одержано 18.04.13

УДК 621.73+007

Б.Б. Кришкін, доц., канд. техн. наук

Кіровоградський національний технічний університет

Оптимізація технології холодного об'ємного штампування накидних гайок рукавів високого тиску

У статті описано методику моніторингу та оптимізації конструктивних параметрів робочих деталей штапу для холодного об'ємного штампування деталі «Гайка накидна» із візуалізацією отриманих результатів за допомогою програмного комплексу DEFORM 3D
пуансон, матриця, зусилля, деформації, видавлювання, напруження

Б.Б. Крышкин, доц., канд. техн. наук

Кировоградский национальный технический университет

Оптимизация технологии холодной объёмной штамповки накидных гаек рукавов высокого давления

В статье описана методика мониторинга и оптимизации конструктивных параметров рабочих деталей штапа для холодной объёмной штамповки детали «Гайка накидная» с визуализацией полученных результатов при помощи программного комплекса DEFORM 3D
пуансон, матрица, усилия, деформации, выдавливание, напряжения

На ПрАТ «Гідросила Леда» (м. Кіровоград) інтенсивно впроваджуються передові енерго- та матеріалоозаощаджувальні технологічні процеси холодного об'ємного штампування деталей рукавів високого тиску замість отримання цих виробів методами механічної обробки.

З метою зменшення питомих навантажень на інструмент, моніторингу його проблемних ділянок та підвищення ефективності штампування були проведені експериментальні дослідження напружено-деформованого стану (НДС) робочих деталей найбільш навантаженого інструменту III переходу – холодного видавлювання порожнини гайки. В процесі робіт здійснювали візуалізацію отримуваних результатів за допомогою програмного комплексу DEFORM 3D.

Вигляд напівфабрикату на переході представлено на рис.1.

НДС в робочих деталях інструменту оцінювали за допомогою значень граничних деформацій на переході, використовуючи методику [1]:

$$\sum h_{III} = \frac{22 - 18}{22} = 0,1512 = 15,12 \%;$$

$$\sum D_{III} = \frac{31^2 - 27,7^2}{31^2} = 0,2942 = 29,42 \%.$$

Накопичені деформації становили:

$e_{h_i} \rightarrow 0,054$; $e_{D_i} \rightarrow 0,065$; $e_{h_{ii}} \rightarrow 0,163$; $e_{D_{ii}} \rightarrow 0,35$; $e_h = 0,054 + 0,163 = 0,217$; $e_D = 0,065 + 0,35 = 0,415$. Цьому відповідає $\sum E_h = 19,5\%$ та $\sum E_D = 33,9\%$.

Максимальне питоме зусилля на переході [1]:

$$P_{III} = \sigma_s \left(\frac{D_{M^2}}{D_{n^2}} \ln \frac{D_{M^2}}{D_{M^2} - D_{n^2}} + \frac{H}{D_n} \times \frac{D_{M^2}}{D_{M^2} - D_{n^2}} \right) \left(1 + \frac{2}{3} \mu \frac{D_n}{H} \right),$$

де $H = 18$ мм – висота заготовки в кінці переходу.

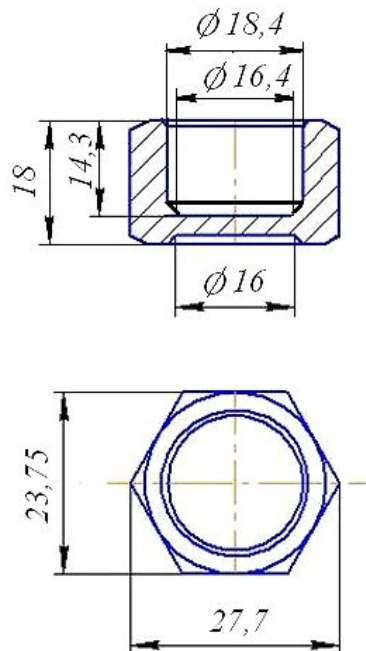


Рисунок 1 – Напівфабрикат після переходу зворотнього видавлювання

В якості параметру D_M було прийнято діаметр описаного кола шестигранника (найбільший радіальний розмір напівфабрикату). Тоді:

$$P_{III} = 540 \left(\frac{27,7^2}{22^2} \ln \frac{27,7^2}{31^2 - 22^2} + \frac{18}{22} \times \frac{27,7^2}{31^2 - 22^2} \right) \left(1 + \frac{2}{3} \times 0,12 \frac{18}{22} \right) =$$

$$= 1636,691 \text{ (МПа)}.$$

Відповідно зусилля переходу

$$P_{II} = P_{III} \times F_{II} = 1636,691 \times \frac{\pi \times 22,4^2}{4} = 644,9895 \text{ (кН)}.$$

Моніторинг умов проведення видавлювання полягав також в оцінці зміни значень технологічних зусиль в залежності від ходу деформуючого інструменту.

Початкове значення питомого зусилля

$$\rho = 890 \left(\frac{576}{1239,04} \ln \frac{576}{1239,04 - 576} + \frac{17}{24} \times \frac{576}{1239,04 - 576} \right) \left(1 + \frac{2}{3} \times 0,15 \frac{24}{17} \right) = 1143 \text{ (МПа)}.$$

Площа контактної поверхні напівфабрикату на даному переході

$$F = \pi \times R^2 = 3,15 \times 8,2^2 = 572,26 \text{ мм}^2.$$

Тоді

$$P_T = 1143 \times 572,26 = 1094481,42 \text{ (Н)}.$$

Питомий тиск на переході зворотнього видавлювання встановлювали за [1]:

$$\rho = s \left(\frac{3}{2} + \frac{D_0}{2 \times D_n} + \frac{D_0^2}{D_0^2 - D_n^2} \times \frac{h}{D_n} \right) \left(1 + \frac{2}{3} \times \mu \frac{D_n}{h} \right).$$

У тому числі по стадіях :

$$\rho_1 = 890 \left(\frac{3}{2} + \frac{36,9}{48} + \frac{1239,04}{1239,04 - 576} \times \frac{7,5}{24} \right) \left(1 + \frac{2}{3} \times 0,15 \frac{24}{7,5} \right) = 2512,02 \text{ (МПа)};$$

$$\rho_2 = 890 \left(\frac{3}{2} + \frac{36,9}{48} + \frac{1230,04}{1239,04 - 576} \times \frac{7}{24} \right) \left(1 + \frac{2}{3} \times 0,15 \frac{24}{7} \right) = 2475,98 \text{ (МПа)};$$

$$\rho_3 = 890 \left(\frac{3}{2} + \frac{36,9}{48} + \frac{1239,04}{1239,04 - 576} \times \frac{6,5}{24} \right) \left(1 + \frac{2}{3} \times 0,15 \frac{24}{6,5} \right) = 2443,94 \text{ (МПа)}.$$

Результати моніторингу представлені у вигляді графіку (див. рис.2). Із аналізу графіку видно, що максимальний тиск на робочі поверхні інструменту (пуансону та матриці) встановлюється на завершальній стадії холодного видавлювання, коли безпосередньо оформлюється донна частина перетинки (останні 2 мм), при цьому суттєвих коливань тиску вже не відбувається. Таким чином, необхідно і доцільно проводити візуалізацію напружень і деформацій в інструменті саме на дільниці ходу пуансону 20...22 мм.

Згідно технічних умов на виготовлення виробу «Гайка накидна» було обрано матеріал деталі (сталь 15) та встановлено за методикою [2] значення приконтактних температур (64°C).

Візуалізацію виконували у послідовності, яка рекомендована розробниками програмного комплексу [3]. Спочатку було проведено розбивання заготовки на кінцеві елементи. Кількість кінцевих елементів залежить від складності об'єктів дослідження. Оскільки деталь «Гайка накидна» є симетричною відносно осі Z, то прийняли для подальшої роботи 32000 точок.

Опорними точками, де очікуються суттєві зміни напружень, зусиль, тощо є точки зовнішнього контуру та на нижній торцевій поверхні виробу, тому що саме в цих місцях відбуваються найбільш значні деформаційні та кінематичні перетворення.

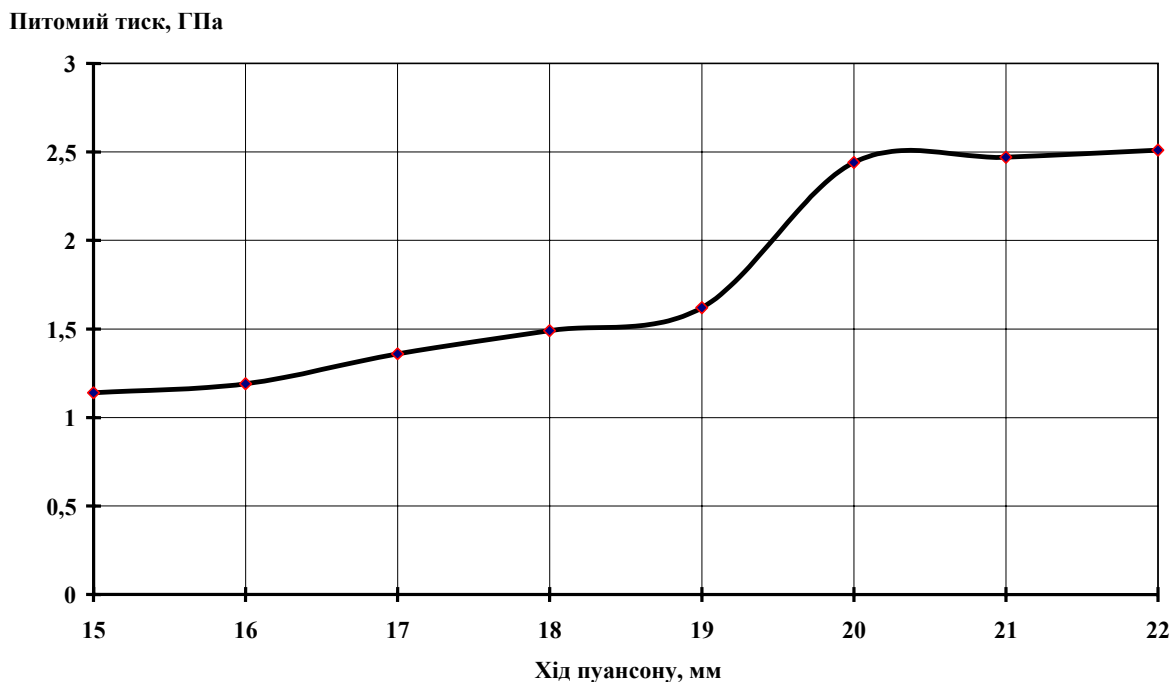


Рисунок 2 – Залежність питомого тиску зворотнього видавлювання від ходу пуансону

Для вибору типу переміщення попередньо завантажували до препроцесора тип обладнання (механічний прес горизонтального виконання), і встановлювали його конкретний типорозмір з бібліотеки обладнання, що є у складі програмного комплексу.

При моделюванні пуансону (Top die) напрямом переміщення пуансона було прийнято $-Z$ (зверху вниз*). Далі встановлювали значення робочої температури інструмента. Оскільки візуалізації підлягав процес холодного об'ємного штампування, припустили, що температура заготовки в процесі деформування не змінюється і дорівнює температурі робочої частини інструменту.

При введенні вихідних даних до препроцесора програми DEFORM мають бути визначені властивості матеріалів об'єктів. Заготовці було призначено пластичний тип матеріалу (flow stress). Додатково (якщо розрахунок неізотермічний) потрібно вводити значення термічних властивостей. Разом із тим аналогічні властивості матеріалів для інструменту вводити не потрібно, оскільки вони мають тип «Жорсткий» (при цьому розрахунок - ізотермічний), і тому вважаються жорсткими тілами. Варто зазначити, що користувачам програми DEFORM необхідно попередньо чітко визначитися з американськими або англійськими аналогами вітчизняних інструментальних та конструкційних сталей і твердих сплавів.

Наступний крок – розбиття поверхні пуансону на кінцеві елементи. Більшість точок було обрано на калібруючому пояску пуансона, оскільки тут діють найбільші навантаження (див. рис. 3, на якому інтенсивність кольорового забарвлення відповідає рівню напружень у розглядуваній точці робочого контура штампового інструменту). Для точної генерації результатів цілком достатньо прийняти кількість елементів 32000 (див. рис. 4). Необхідні точки встановлювали для твірної поверхні інструменту, для якого були задані попередньо розраховані параметри зусилля. З метою кращої візуалізації отриманих результатів дослідження, як і для деталі, було обрано декілька точок.

* якщо проводити візуалізацію параметрів обладнання, то необхідно приймати напрям $+Y$

Моделювання матриці (Bottom die) відбувалося в такій же послідовності, що і пуансону (приклад формування таблиці контрольних вузлів для матриці представлено на рис.5). Але відмінністю є те, що для матриці не потрібно задавати переміщення, оскільки вона в процесі холодного видавлювання є нерухомим елементом деформуючого інструменту.

Згенерована програмою DEFORM сітка граничних елементів представлена на рис. 6.

Результати роботи програми для визначення НДС пуансону та матриці вміщені відповідно на рис.7 та 8.

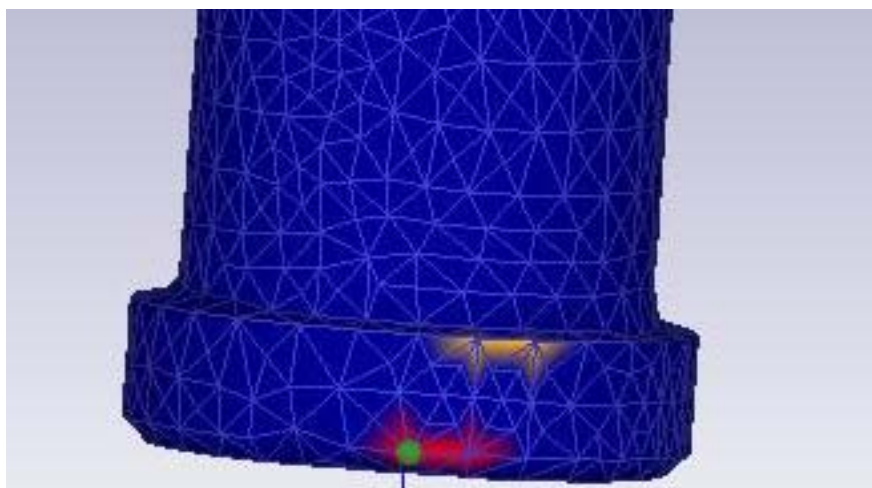


Рисунок 3 – Візуалізація інтенсивності навантаження на робочому торці пуансону

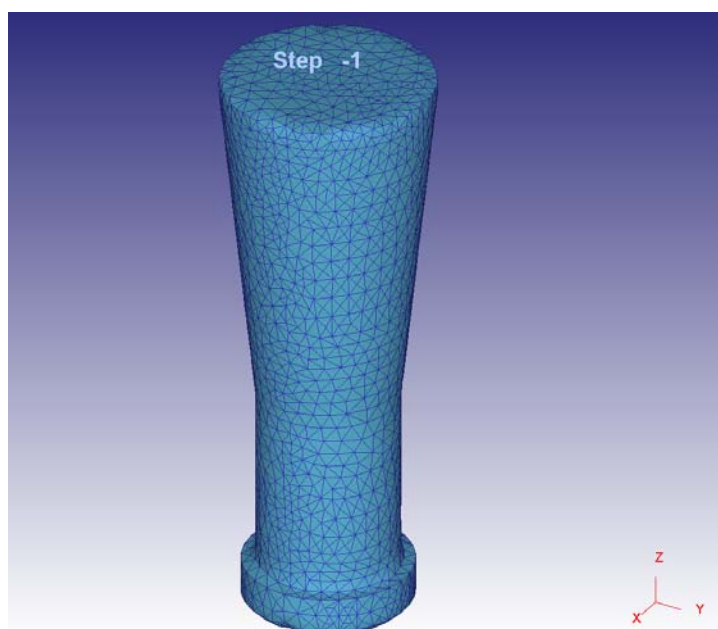


Рисунок 4 – Сітка кінцевих елементів на пуансоні

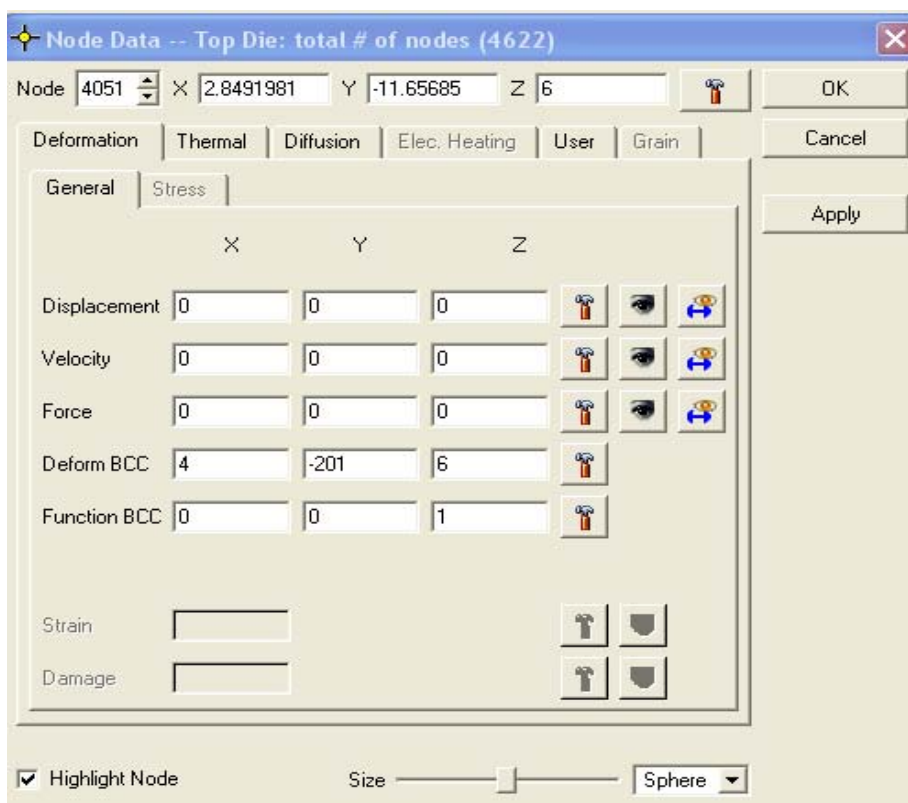


Рисунок 5 – Таблиця визначення НДС вузлів матриці

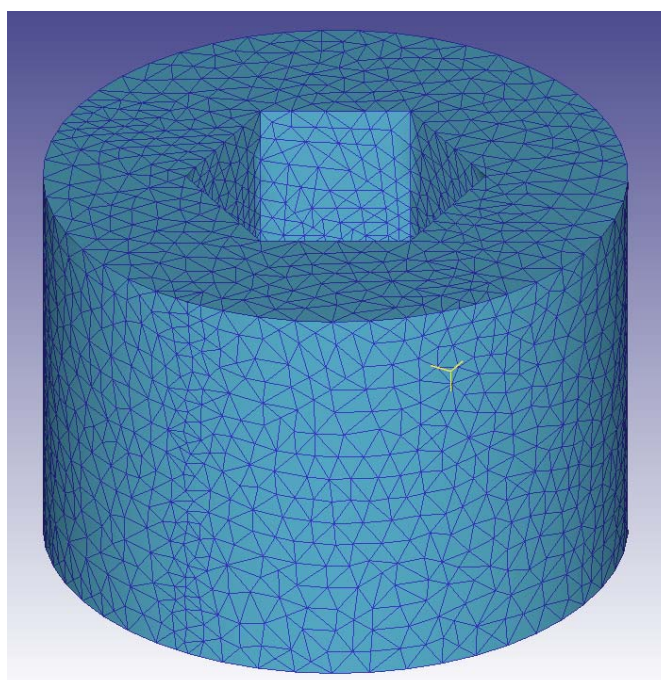


Рисунок 6 – Сітка кінцевих елементів на матриці

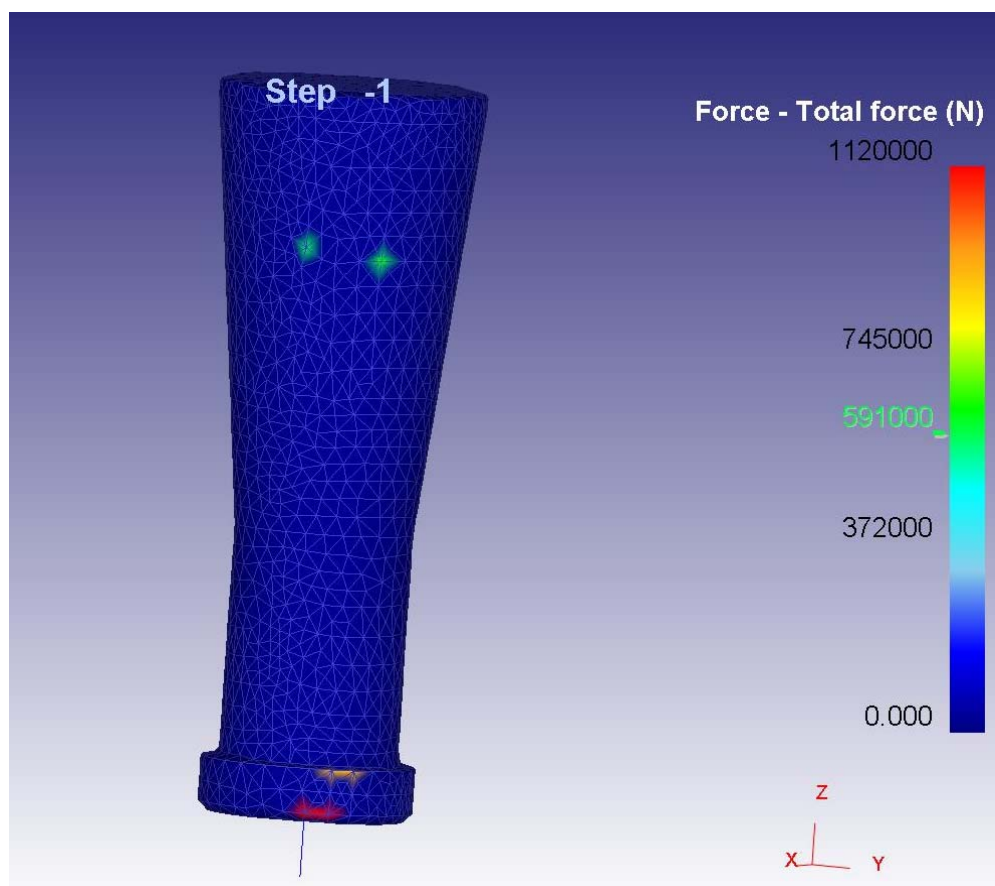


Рисунок 7 – Візуалізація зусиль у контрольних точках пуансону

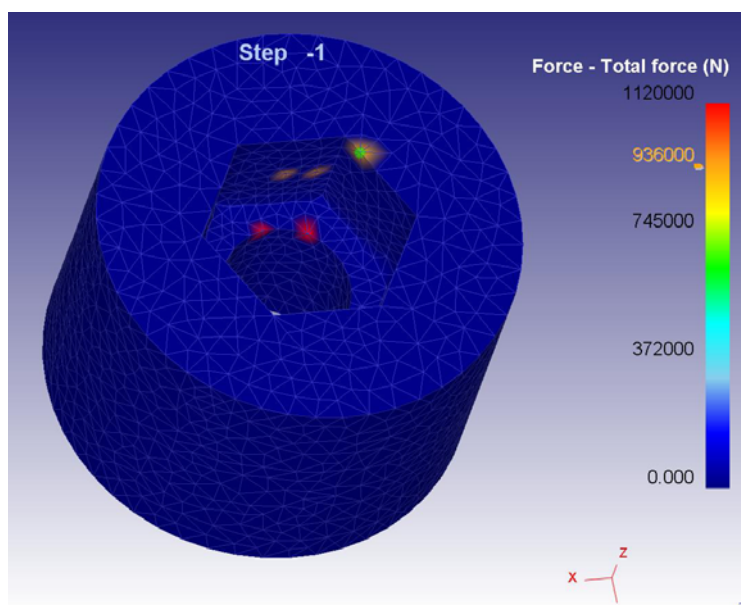


Рисунок 8 – Візуалізація зусиль у контрольних точках матриці

Таким чином, використання програмного комплексу DEFORM дає можливість не тільки візуалізувати процес багатоперехідного формоутворення виробів складних конфігурацій, але і встановлювати параметри НДС інструменту, що, в свою чергу дозволяє технологам оптимізувати геометричні характеристики технологічних переходів, значення робочого зусилля тощо.

Список літератури

1. Ковка и штамповка:Справочник. В 4-х т /Т.3. Холодная объёмная штамповка /Под ред. Г.А.Навроцкого. М.:Машиностроение, 1987. - 384с.
2. Л.А.Позняк, Ю.М.Скрынченко. С.И.Тишаев. Штамповые стали. М.:Металлургия,1980.- 244с.
3. http://www.thesis.com.ru/software/defor/defor_exp.php Оптимизация изготовления холодной объёмной штамповкой гаек с боковым рифлением с помощью программного комплекса DEFORM 3D /Белан О.А., Сидоров А.А., Белан А.А.

В.Кryshkin

Kirovograd state national university

Optimization of cold forging technology of high pressure sleeves cap nuts

The work purpose - research of cold forging technology of high pressure sleeves cap nuts. In the article methodology of determination of tensions and efforts is described in the working details of instrument for the multiposition cold by volume stamping of detail «cap nut» sleeves high-pressure with the use of programmatic complex DEFORM 3D, because of what the sequence of realization of optimization of the tensely-deformed state of punches and matrices is offered before their planning.

It is established that use of the program DEFORM 3D complex allows to carry out an exact assessment intense the deformed condition of the tool at multitransitional cold forging.

punch, matrix, efforts, deformations, cold forging, tension

Одержано 03.04.13