

УДК 621.981.02

**Hamza Abobakr O.**

*Technical College of Civil Aviation & Meteorology, Tripoli, Libya*

**Naser M. Elkhmri, Budar Mohamed R.F.**

*College of Engineering Technology – Janzour, Tripoli, Libya*

**Igor Shepelenko, Assoc. Prof., PhD tech. sci.**

*Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, Ukraine*

*E-mail: kntucpfzk@gmail.com*

## Optimization Value of Springback for Aircraft Panel after Stretching Process

The purpose of this work is to simulate the process of stretching the aluminium profile using the ABAQUS/CAE software and the finite element method. This problem is relevant for many parts of the agricultural technology, automobile and aerospace industry and the choice of their optimal values is very difficult, since it depends on many factors. The research methods used in the past were based on an empirically-intuitive basis. The main content of the presented work includes numerical modelling with a detailed description of the sequential operations undertaken to achieve the optimum value of springback. In the process of searching for the optimum value of springback of the material, the use of the ABAQUS/CAE software made it possible to visualize the presented process by the example of an aluminium alloy, to perform a number of experiments with different distances and stretching angles. The use of such a modelling system for details of the aerospace industry will significantly reduce the number of experiments, and, consequently, reduce the costs of conducting them.

**ABAQUS software, numerical simulation, Aircraft panel, Stretch**

**Хамза Абобакр О.**

*Технический колледж гражданской авиации и метеорологии, г.Триполи, Ливия*

**Насер М. Елхмри, Будар Мохамед Р.Ф.**

*Инженерно-технологический колледж, г.Триполи, Ливия*

**И.В.Шепеленко, доц., канд. техн. наук**

*Центральноукраинский национальный технический университет, г.Кропивницкий, Украина*

### **Значение оптимизации упругих свойств аэродинамической поверхности после процесса растяжения**

Целью данной работы является моделирование процесса растяжения алюминиевого профиля с использованием программного обеспечения ABAQUS/CAE и метода конечных элементов. Для многих деталей сельскохозяйственной техники, автомобильной и аэрокосмической промышленности данная проблема представляется актуальной, а сам выбор их оптимальных значений весьма сложен, так как зависит от многих факторов. Применяемые в прошлом исследовательские методы основаны на эмпирически – интуитивной основе. Основное содержание представленной работы включает численное моделирование с подробным описанием последовательных операций, предпринятых для достижения оптимального значения упругих свойств материала. В процессе поиска оптимального значения упругих свойств алюминиевого профиля использование программного обеспечения ABAQUS/CAE позволило визуализировать представленный процесс на примере алюминиевого сплава, провести ряд экспериментов с различными расстояниями и углами растяжения. Применение подобной системы моделирования применительно к деталям аэрокосмической промышленности позволит значительно сократить количество экспериментов, а следовательно, снизить материальные затраты на их проведение.

**программное обеспечение ABAQUS, численное моделирование, аэродинамическая поверхность, растяжение**

**Introduction.** Stretch forming process, is one of the sheet metal forming, used in the field of aerospace manufacturing industry and high-speed train parts. In the aerospace industrial, many parts made from sheet metals such as wing-fuselage and saddle panels, as these formed the sheet parts, however, there are many defects, including spring-back. Also, defects such as excessive thinning, coarse grains and bulging can be controlled by multi-step forming, etc. [1, 2]. In order to control springback effectively or to minimize the adverse impact of spring-still need further technical improvement. The springback amount is affected by both the material properties and the forming process. There are many researches done on stretch forming process parameters in an effort to minimize springback [3, 4]. However, one important element in controlling springback in the forming process of sheet metals is to design the die profile, springback. In the past compensation methods in sheet metal stretch forming processes, was dependent on the experience of the die designer. These methods were based on the (experimental) trial and error to achieve the ultimate shape of a target part. After the emergence of computer technology, sheet metal stretch forming processes can be analyzed prior to experiments using the finite element method (FEM), FEM became the basis of springback compensation methods [5-7].

**Properties of the Material.** For the hardening behavior of the aluminum alloy sheet, the mechanical properties are summarized as shown in table 1.

Table 1 – Mechanical properties of the aluminum alloy

Elastic Modulus (GPa)	Poisson's Ratio	Yield Strength (MPa)	Ultimate tensile strength (MPa)	Density
63270	0.28	320	436	2.7E-009

**FE model.** In this study, an aluminum alloy sheet shape is used, 2024-O; 8000 mm×1300 mm in size with a thickness of 6 mm was utilized.

An optimization procedure based on the ABAQUS tool was developed, in which the input files for the commercial FEM code ABAQUS/Explicit and ABAQUS/Standard. Geometrical features of die and punch profiles are described by a series of points in the finite element analysis. A common approach is to divide (or disperse) the surface of the die along its characteristic profile lines by applying meshing software, after which are obtained the data for all the nodes coordinates, single die and punch surface divided according to this method (using the ABAQUS/Explicit code) as in figure 1, where x, y and z is the coordinates of the FE model, die and punch were meshed using a rigid element (R3D4); the sheet was meshed using 11000 shell elements (S4R), the friction coefficient was assumed as 0.08. The stretch bending process consisted of sequential three steps: Pressure force or boundary load of punch to the direction Z-axis ( $F = 220$  KN); Pre-stretching, bending; Post-stretching, stretch force to X-axis direction with different distance (80, 90, 100, 110, 120 mm) and different angles ( $0^\circ, 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ$ ). In figures 2 and 3 shows die and punch from bottom side, also can be seen clearly the shape of the workpiece which we worked on.

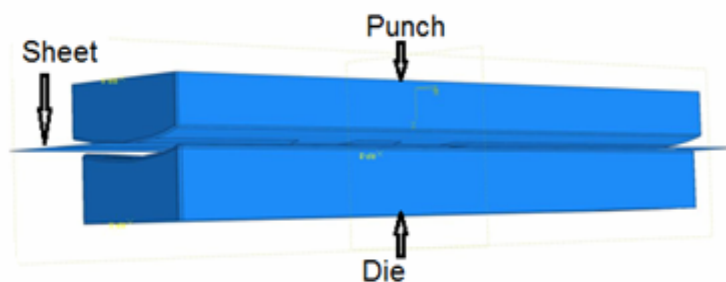


Figure 1 – FE model

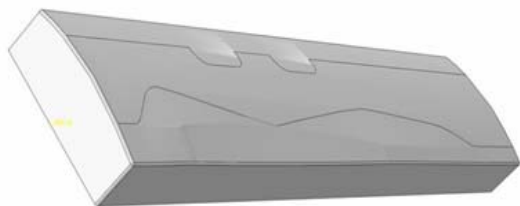


Figure 2 – Punch

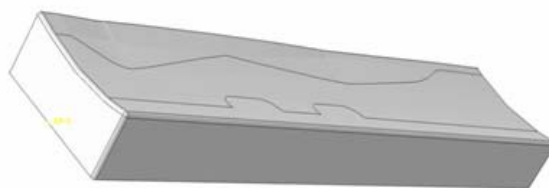


Figure 3 – Die

**Simulation Results.** A series of 20 simulations were carried out : (80, 90, 100, 110, 120) mm stretching distance and different angles ( 0°,5°,10°,15° ) as shown following.

**First simulation:** comparison of four simulations 80 mm stretching distance with (0°, 5°, 10°, 15°) angles, the best results was at (angle 5°) as in figure 4.

Second simulation: comparison of four simulations 90 mm stretching distance with (0°,5°,10°,15°) angles , the best results was at (angle 15°) as in figure 5.

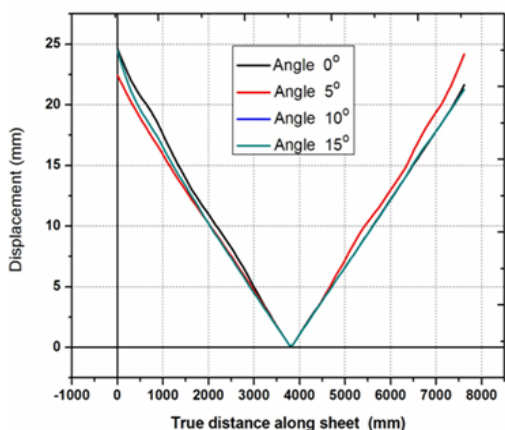


Figure 4 – Stretch force 80 mm

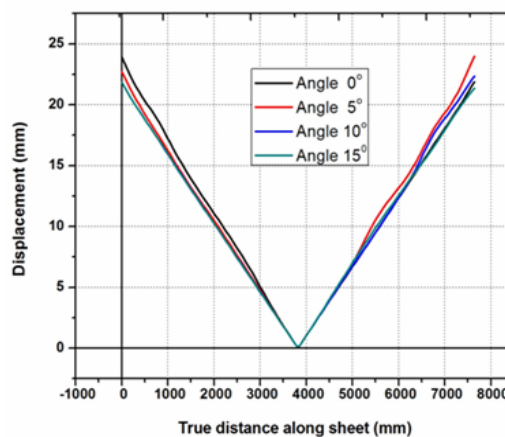


Figure 5 – Stretch force 90 mm

**Third simulation:** comparison of four simulations 100 mm stretching distance with (0°,5°,10°,15°) angles , the best results was at (angle 15°) as in figure 6.

**Fourth simulation:** comparison of four simulations 110 mm stretching distance with (0°, 5°,10°,15°) angles , the best results was at (angle 10°) as in figure 7.

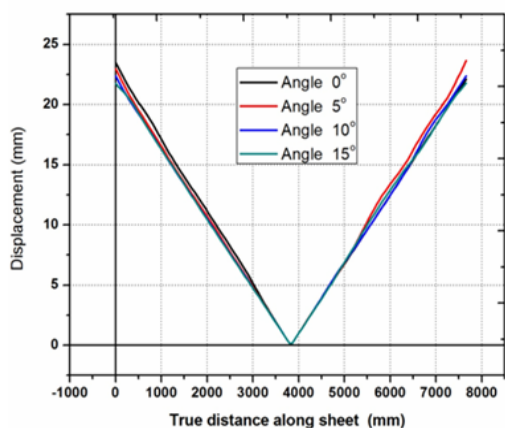


Figure 6 – Stretch force 100 mm

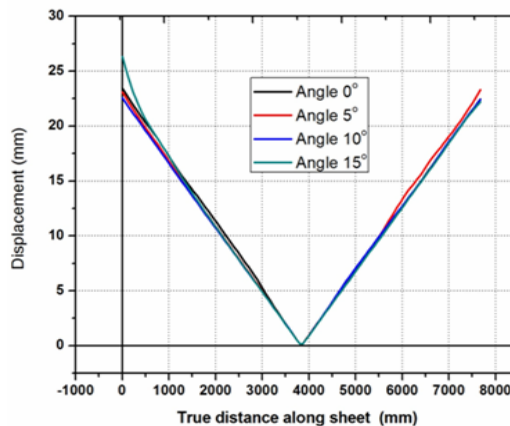


Figure 7 – Stretch force 110 mm

**Final simulation:** in the last step, comparison of four simulations 120 mm stretching distance with (0°,5°,10°,15°) angles , the best results was at (angle 10°) as in figure 8.

After complete comparing 20 simulations, the best five results from (1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>, 3<sup>rd</sup>, 4<sup>th</sup>, 5<sup>th</sup>) simulations are compared as in (Fig. 9). So, the best result of the springback at stretching distance 90 mm with (angle 15°) as in figure 10.

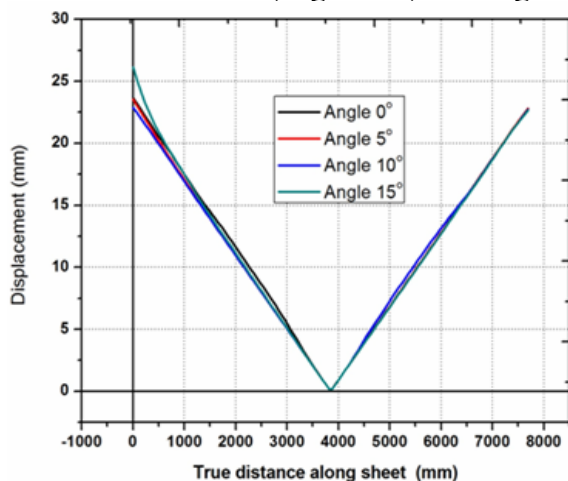


Figure 8 – Stretch force 120 mm

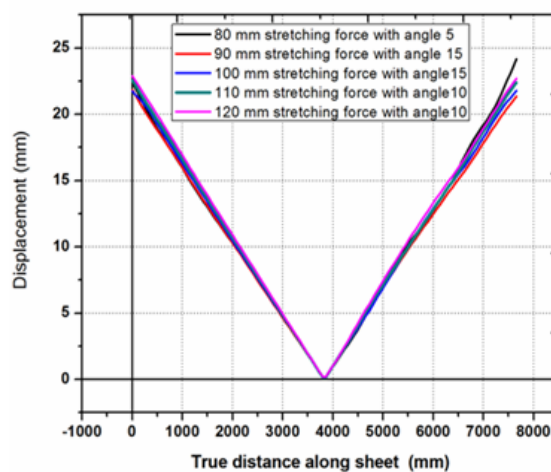
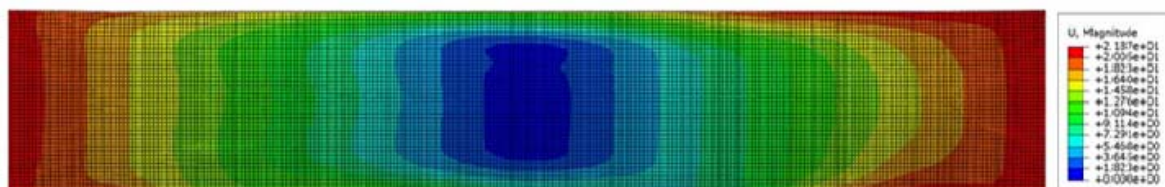
Figure 9 – Compare 5 results (1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>, 3<sup>rd</sup>, 4<sup>th</sup>, 5<sup>th</sup>)

Figure 2 – Stretching distance 90 mm with angle 15°

**Summary.** The uses of simulation system in the testing process helps to applying all the steps on the work piece, which leads to reduce the time of the experiment and save the effort and money. The use of the simulation system helps to fast access to the desired results and thus apply these results to the actual work piece in the factory. This study allows to visualize the process extending for aluminum alloys. An accurate model was obtained at the end of the simulation process. Efforts have been made to find the optimization value of springback.

## References

1. M. Wan, X. B. Zhou, and X. X. Li, Acta Aero.Astro.Sinic 20, 326 (1999).
2. M. Wan, X. B. Zhou, and X. X. Li, J. Beihang Univ.24, 654 (1998).
3. G. Gasper, P. Tomaz, and K. Karl, J. Mater.Process. Tech.130-131,54 (2002).
4. R. Bahloul, S. Ben-Elechi, and A. Potiron, J. Mater. Process.Tech.173,101(2006).
5. Q. Zhang, Z. R. Wang, and T. A. Dean, J. Mater. Process.Tech.194,74 (2007).
6. W. P. Li, W. D. Bian, and S. M. Nie, Forg.Stamp. Tech. 32, 86 (2007).
7. Naser, M. Elkhmri. Comparison between Experimental and Simulation Results of Bending Extruded Aluminum Profile / Naser M. Elkhmri, Budar Mohamed R.F., Hamza Abobakr O., Igor Shepelenko // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. 2017. – Вип.30. – С. 111 – 118.

**Хамза Абобакр О.**

*Технічний коледж цивільної авіації та метеорології, м.Тріполі, Лівія*

**Насер М. Елхмрі, Будар Мохамед Р.Ф.**

*Інженерно-технологічний коледж, м.Тріполі, Лівія*

**І.В. Шепеленко, доц., канд. техн. наук**

*Центральноукраїнський національний технічний університет, м.Кропивницький, Україна*

## **Значення оптимізації пружних властивостей аеродинамічної поверхні після процесу розтягування**

У статті виконана оптимізація пружних властивостей аеродинамічної поверхні. Із цією метою проведено моделювання процесу розтягування алюмінієвого профілю з використанням програмного забезпечення ABAQUS/CAE та методу кінцевих елементів. Для багатьох деталей сільськогосподарської техніки, автомобільної та аерокосмічної промисловості дана проблема є актуальною, а сам вибір їх оптимальних значень досить складний, тому що залежить від багатьох факторів. Раніше застосовувані дослідницькі методи ґрунтувалися на емпірично-інтуїтивному підході.

Основний зміст представленої роботи включає чисельне моделювання з детальним описом послідовних операцій, які виконуються для досягнення оптимального значення пружних властивостей. Випробування проводилися на традиційному лабораторному устаткуванні, на зразках стандартної форми для кожного виду випробувань при зміні технологічних факторів. У процесі пошуку оптимального значення пружності матеріалу використання програмного забезпечення ABAQUS/CAE дало змогу візуалізувати представлений процес на прикладі алюмінієвого сплаву, провести ряд експериментів з різними відстанями й кутами розтягування.

Застосування подібної системи моделювання на основі розрахунково-експериментальної бази для цілеспрямованого пошуку оптимального значення стосовно деталей сільськогосподарської техніки дозволить значно скоротити кількість експериментів, а отже, знизити матеріальні витрати на їх проведення.

**програмне забезпечення ABAQUS, чисельне моделювання, аеродинамічна поверхня, розтягування**

Received 25.10.17

**УДК 631.362:532**

**С.О. Харченко, доц., канд. техн. наук, Ю.П. Борщ, інж., М.М. Абдуєв, доц., канд. техн. наук**

*Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, м. Харків, Україна*

*E-mail: kharchenko\_mtf@ukr.net*

## **Ефективність розшарування зернових сумішей при їх очищенні в пневмосепарувальних каналах зернових сепараторів**

Теоретичними дослідженнями визначені кінцеві математичні вирази динаміки компонентів зернових сумішей при їх розшаруванні на скатній повітропроникній поверхні розробленого пневмосепарувального каналу. Встановлені вирази траєкторій руху частинок домішок у зерновому шарі, за допомогою яких отримано залежності коефіцієнту розшарування розробленого пневмосепарувального каналу від параметрів розшаруючого пристрою та властивостей зернових сумішей. Експериментально підтверджено математичне моделювання та уточнено раціональні параметри розшаруючого пристрою при очищенні різних с.г. культур.

**пневмосепарувальний канал, повітряний потік, коефіцієнт розшарування, зернова суміш, повітропроникна поверхня, луски**

**С.А. Харченко, доц., канд. техн. наук, Ю.П. Борщ, інж., М.М. Абдуєв, доц., канд. техн. наук**

*Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко, г. арьков, Украина*

**Эффективность расслоения зерновых смесей при их очистке в пневмосепарирующих каналах зерновых сепараторов**

© С.О. Харченко, Ю.П. Борщ, М.М. Абдуєв, 2017