

УДК 621.7.043

А.В. Савченко, В.В. Піманов, М.В. Орлюк

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

Використання програмного комплексу DEFORM для оптимізації операцій листового формування

При виготовленні деталей із листового матеріалу на жаль виникають ситуації, коли існуючі практичні рекомендації з довідникової літератури не дозволяють при проектуванні штампового оснащення врахувати усі особливості процесу деформування листового матеріалу [1].

Зазвичай процес деформування заготовки у таких ситуаціях закінчується її руйнуванням, що призводить до необхідності корегування геометрії деформуючого інструменту та заготовки задля усунення браку при штампуванні та збереження інструменту як такого.

Однак доопрацювання інструменту – це процес ітераційний та витратний. І якщо він виконується без врахування особливостей процесу деформування, то може закінчитись безрезультатним псуванням вартісного штампового оснащення.

У таких випадках комп'ютерне моделювання процесу деформування дозволяє розрахувати параметри напружено-деформованого стану, встановити причини руйнування заготовки та визначити геометрію інструменту, яка б забезпечувала деформування заготовки без руйнування.

Подібна ситуація виникла при виготовленні зі сталі 30ХГСА корпусної деталі великокаліберного кулемету. Її формування супроводжувалось постійним руйнуванням заготовки на радіусній кромці деформуючого пуансона (рис. 1а). Корегування геометрії вихідної заготовки руйнування не усунуло, а лише вплинуло на місце її руйнування. На рис. 1б видно, що після корегування геометрії вихідної заготовки зона руйнування змістилась вгору до відповідної заокругленої кромки матриці.

З метою усунення браку, викликаного руйнуванням заготовки, за допомогою комп'ютерного моделювання у програмному комплексі Deform-3D були досліджені особливості формоутворення корпусної деталі за умов, максимально наближених до реальних умов деформування (геометрія

деформуючого інструменту, геометрія та матеріал вихідної заготовки, умови тертя). Результати попереднього моделювання представлені на рис. 2 та рис. 3.



Рис. 1. Характер руйнування вихідної заготовки при деформуванні:
а) за початкової геометрії; б) за скорегованої геометрії

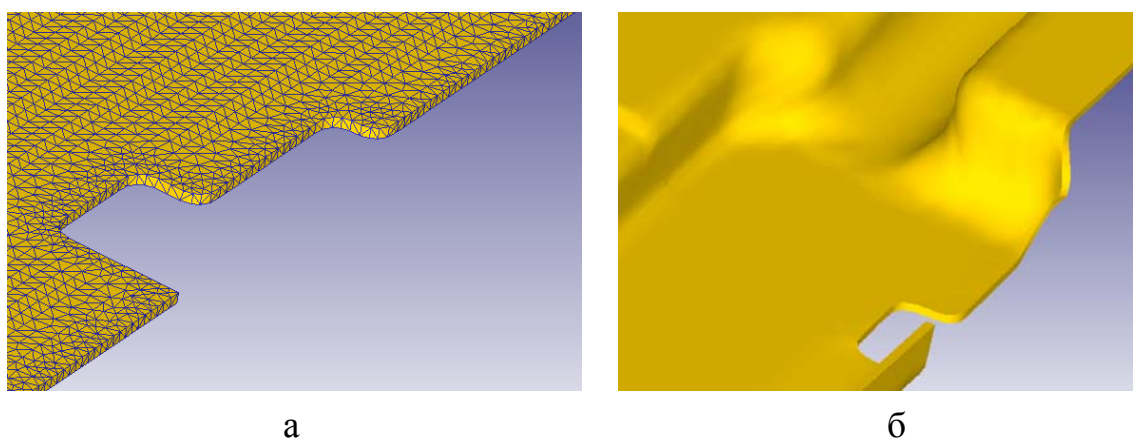


Рис. 2. Моделювання деформування заготовки з початковою геометрією:
а) елемент контуру заготовки; б) zdeформований напівфабрикат

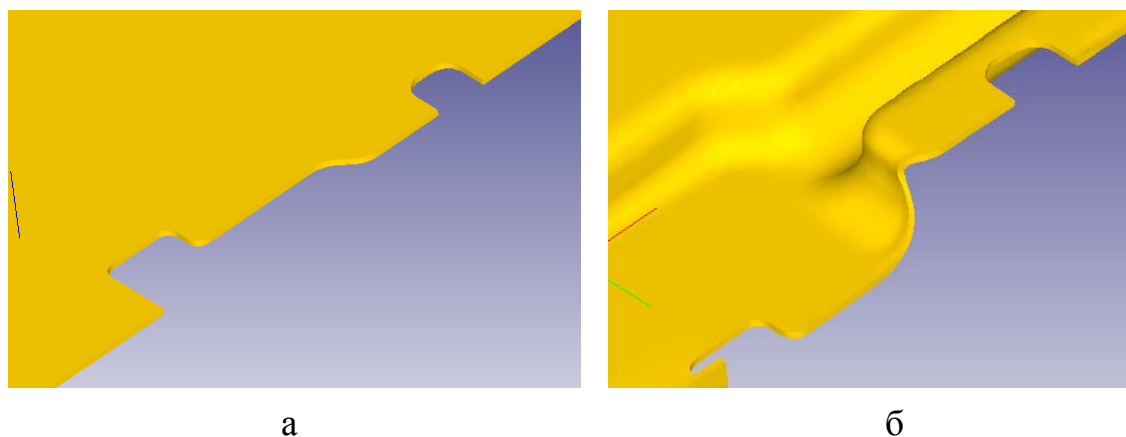


Рис. 3. Моделювання деформування заготовки зі скорегованою геометрією:
а) елемент контуру заготовки; б) zdeформований напівфабрикат

Оскільки програмний комплекс Deform не призначений для моделювання процесів, пов'язаних з руйнуванням матеріалу, очікувано за результатами моделювання руйнування заготовки не відбулось (рис. 2б та рис. 3б).

При цьому картини розподілу інтенсивності деформацій та критерію руйнування Normalized Cockcroft-Latham у здеформованій заготовці показують, що їх максимальні значення розташовані якраз у місцях руйнування напівфабрикатів в реальних процесах (рис. 4, 5 та рис. 1 відповідно).

Критерії руйнування [2] використовуються для оцінки ймовірності руйнування матеріалу в реальних процесах і в нашому випадку максимальні значення критерію руйнування, отримані за результатами моделювання, значно перевищують встановлені критичні значення 0,58...0,6 для процесів з подібною схемою напруженого стану [3].

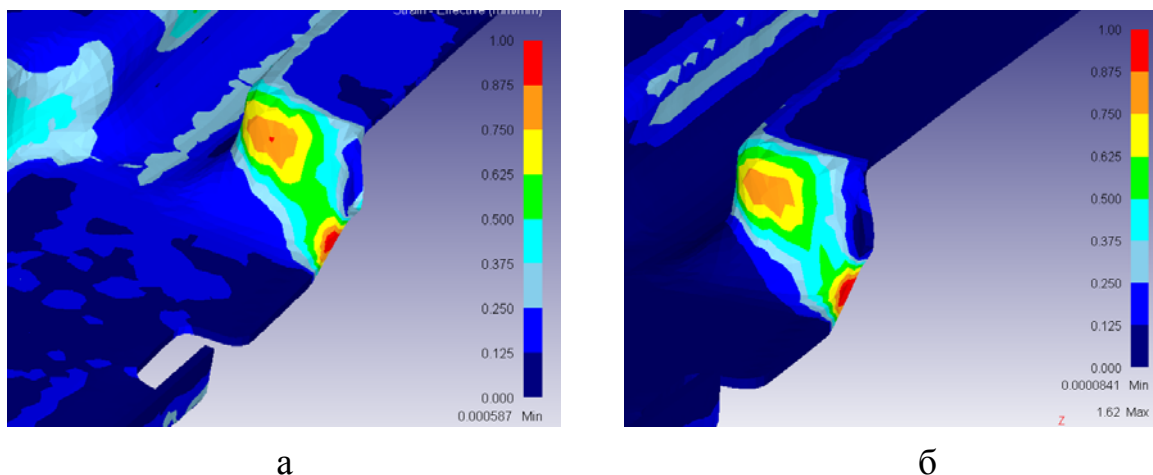
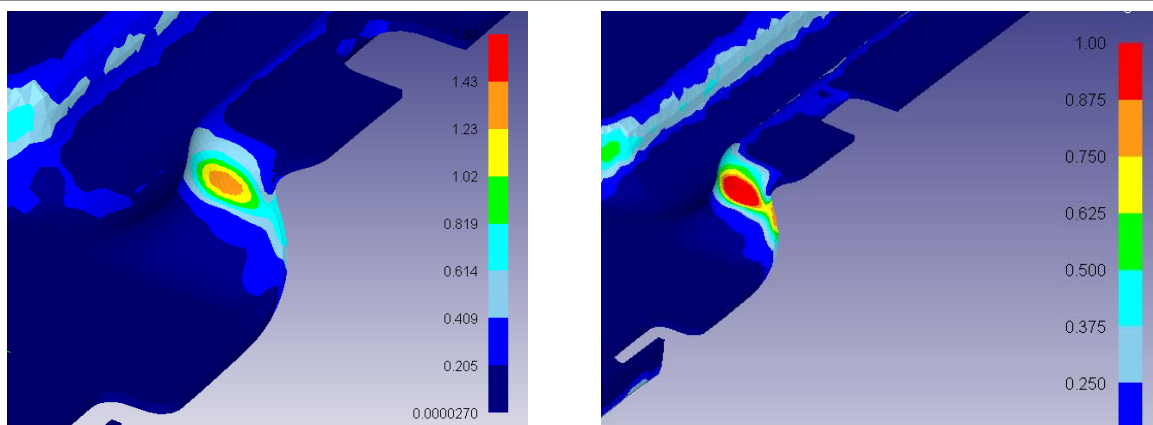


Рис. 4. Розподіл параметрів деформованого стану в здеформованій заготовці з початковою геометрією: а) інтенсивності деформації; б) критерію руйнування

При вирішенні задачі оптимізації параметрів процесу деформування (геометрії деформуючого інструменту та заготовки) з метою усунення браку в якості оптимізаційного параметру було використано значення критерію руйнування Normalized Cockcroft-Latham та його критичне значення 0.6, встановлене для сталі 20 [3]. При цьому виходили з припущення, що даний критерій безрозмірний і його що критичне значення для сталі 30ХГСА якщо і буде відрізнятись від прийнятого, то не суттєво.



а

б

Рис. 5. Розподіл параметрів деформованого стану в zdeформованій заготовці зі скорегованою геометрією:
а) інтенсивності деформації; б) критерію руйнування

За результатами оптимізації геометрії деформуючого інструменту (матриці) та геометрії заготовки при моделюванні процесу деформування вдалось знизити максимальні значення критерію руйнування до 0,6...0,62 (рис. 6). Отримані результати були використані при корегуванні геометрії матриці та заготовки з подальшим проведенням натурних експериментів.

197

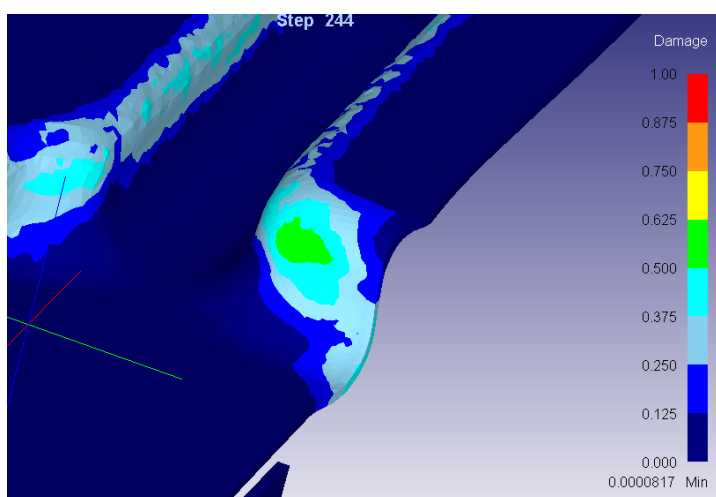


Рис. 6. Розподіл значень критерію руйнування за результатами деформування заготовки інструментом з оптимізованою геометрією

Як видно з рис. 7, подальше деформування заготовок при виготовленні даної корпусної деталі відбувалось без руйнування.

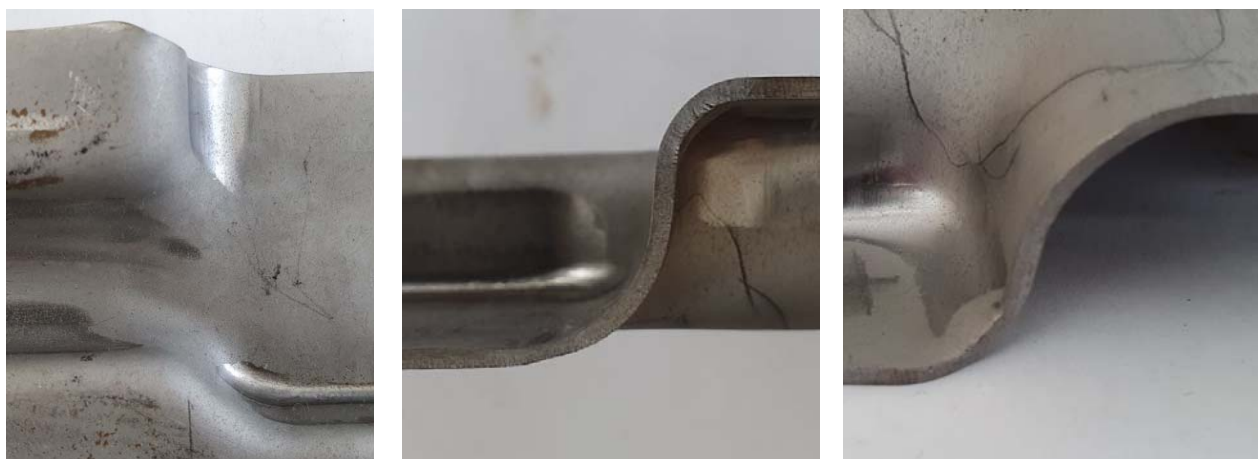


Рис. 7. Результати натурального експерименту по деформуванню заготовки інструментом з оптимізованою геометрією

Висновки

В роботі за результатами порівняльного аналізу комп'ютерного моделювання та натурних експериментів по деформуванню сталі 30ХГСА в процесі виготовлення корпусної деталі великокаліберного кулемета встановлені причини руйнування заготовки в процесі деформування, які були усунені завдяки подальшій оптимізації процесу деформування шляхом моделювання з використанням критичних значень критерію руйнування Normalized Cockcroft-Latham. Після доопрацювання інструменту відповідно до результатів моделювання деформування відбувалось без руйнування заготовки.

198

Список використаних джерел

1. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – 6-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. - 520 с., ил.
2. Власов А.В. Расчет поврежденности металла при холодной радиальной ковке по результатам конечно-элементного моделирования в программе Deform 3D / А.В. Власов // Состояние, проблемы и перспективы развития кузнечно-прессового машиностроения и обработки давлением: сборник докладов и материалов IX Конгресса «Кузнец-2009». – Рязань, 2009. – С. 204–218.
3. Орлюк М.В. Граничні значення критеріїв руйнування при моделюванні процесів витягування в середовищі DEFORM // Обработка материалов давлением: сборник научных трудов. – Краматорск: ДГМА, 2017. – № 2(45). – С. 22-29. – Режим доступа: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/27990>, [http://www.dgma.donetsk.ua/science_public/omd/omd_2\(45\)_2017/article/6.pdf](http://www.dgma.donetsk.ua/science_public/omd/omd_2(45)_2017/article/6.pdf)