

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ ДЕТАЛИ «БОКОВАЯ СТОЙКА»

Сюрис А.О., Кункин С.Н.

*Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
г. Санкт-Петербург*

Ключевые слова: штамповка, конечно-элементный расчет, усовершенствованная высокопрочная сталь, боковая стойка.

Аннотация. Разработана технология изготовления детали типа «боковая стойка» методом холодной листовой штамповки из высокопрочной стали (AHSS) TRIP 700, были построены 3D-модели штамповой оснастки и проведено конечно-элементное моделирование процесса штамповки, по результатам которого были определены основные технологические параметры и выполнена корректировка рабочего инструмента.

IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF SHEET FORGING PART B-PILLAR

Syuris A.O., Kunkin S.N.

Saint-Petersburg Polytechnic University of Peter the Great, Saint-Petersburg

Keywords: stamping, finite element analysis, advanced high-strength steel, b-pillar.

Abstract. The technology for manufacturing the “b-pillar” part was developed by cold stamping from advanced high-strength steel (AHSS) TRIP 700, 3D models of die equipment were built and finite element modeling of the stamping process was carried out, as a result of which the main technological parameters were determined and the working tool was adjusted.

Важнейшей задачей автомобилестроительной промышленности является создание безопасного, экономичного и экологичного автомобиля. Достичь наилучшего сочетания данных характеристик автомобиля позволяет использование специализированных сталей, классифицируемых согласно программе международного института чугуна и стали (ISI) – ULSAB-AVC.

AHSS или «усовершенствованные высокопрочные стали», характеризуются высоким пределом прочности. К AHSS сталям относятся TRIP, DP, CP, MART стали [1]. Применение AHSS сталей позволяет повысить безопасность автомобиля без необходимости наращивать толщину металла, попутно решая проблемы экономичности и экологичности [2].

Изготовление деталей из высокопрочных сталей сопряжено с рядом трудностей. Так, стали с высокими прочностными характеристиками (σ_0 , R_m), как правило, обладают низкой пластичностью [3]. Использование высокопрочных сталей сопряжено с проблемой пружинения формованной детали [1,4]. Так же, с увеличением предела прочности увеличивается вероятность потери устойчивости формуемой детали и образования на ней трещин. Проектирование штамповой оснастки затруднено еще и тем, что зачастую автомобильные детали отличаются сложной несимметричной пространственной формой. По этой причине единой методики проектирования технологического процесса производства таких деталей не существует [5].

Ниже приведены результаты моделирования вытяжки на примере детали «боковая стойка» (b-pillar), относящейся к каркасу безопасности автомобиля. В данной работе рассмотрено моделирование процесса листовой штамповки в холодном состоянии. К данной детали предъявляют высокие требования к сопротивлению удару. Геометрия детали достаточно сложная, деталь несимметричная, изогнутая и на ней имеются глубокие полости.

В процессе проведения опытов геометрия детали была изменена путем увеличения радиусов в опасных местах (рис. 1 а, б).

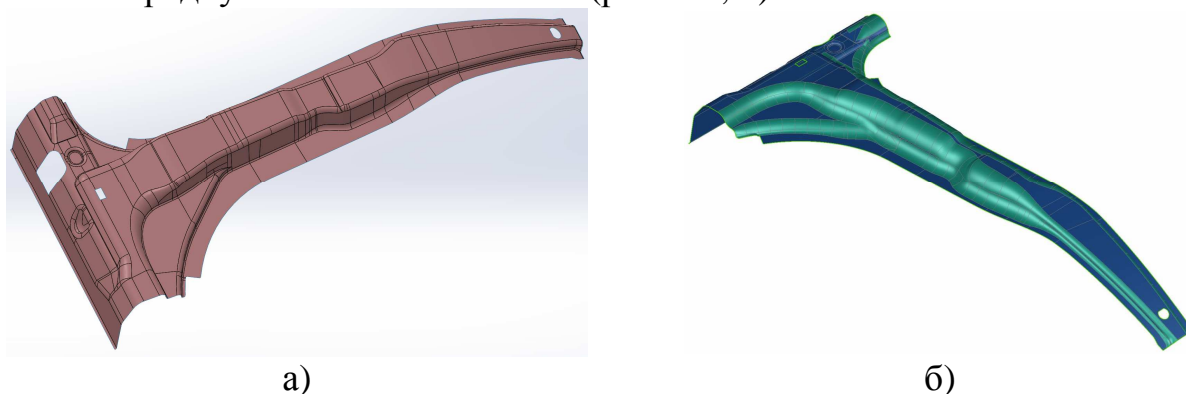


Рис. 1. Исходная геометрия (а) и скорректированная геометрия (б) детали

Применяемый для изготовления данной детали металл должен обладать сочетанием высоких прочностных и пластических свойств. В качестве материала для боковой стойки возьмем TRIP 700 (HCT690T+Z).

Были поставлены следующие требования к получаемой детали: отсутствие трещин, отсутствие складок, пружинение в пределах допуска, соответствие размеров.

Для проведения КЭ расчетов были заданы следующие данные:

1. Задана геометрия заготовки, толщина листа 1,8 мм, механические свойства стали TRIP 700: модуль Юнга $2,1 \times 10^5$ МПа; коэффициент Пуансона 0,3, Предел текучести $\sigma_0 = 460,5$ МПа; Предел прочности $R_m = 722,6$ МПа; остальные параметры кривой деформационного упрочнения и кривой FLC.

2. Геометрия инструмента импортирована из CAD.

3. Оборудование – гидравлический пресс.

4. Моделирование процесса в холодном состоянии.

5. Трение по Кулону, коэффициент трения 0,1.

6. Для предотвращения столкновения гравюры матрицы и пуансона задан зазор 0,1 мм.

Деталь изготавливается в три операции: вырубка заготовки, вытяжка и обрезка контура с пробивкой отверстий. Проектирование технологии состояло из трех этапов:

1. Устранение вероятности возникновения трещин на детали, все точки на диаграмме FLD расположены значительно ниже кривой FLC, с запасом для последующей компенсации складкообразования.

2. Компенсация складкообразования за счет применения перетяжных ребер по контуру опасных зон. Перетяжные ребра заданы круглым профилем.

3. Компенсация пружинения за счет корректировки геометрии инструмента.

В результате расчета получено, что на осуществление вытяжки детали затрачивается усилие 4779,8 кН; на обрезку контура 2224,2 кН. Диаграмма FLD для итогового расчета представлена на рисунке 2. Складкообразование, разрушение и избыточное утонение не обнаружено. Расстояние по нормали между точками до и после пружинения снижено с (-0,77 мм; 1,28 мм) до (-0,36мм; 0,11 мм).

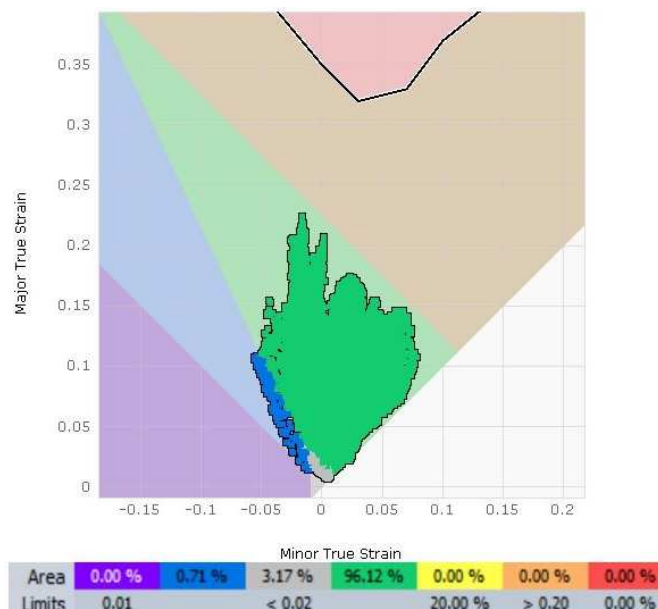


Рис. 2. Диаграмма FLD

В результате проведенных опытов методом конечных элементов была разработана технология изготовления детали «боковая стойка». Получена деталь, не подверженная складкообразованию и разрывам. Была выполнена компенсация пружинения путем корректировки геометрии рабочего инструмента.

Список литературы

1. Sheet Metal Forming. Processes and Applications. Edited by Taylan Altan and Erman Tekkaya. ASM International®, 2012.
2. Беньковский М.А., Масленников В.А. Автомобильная сталь и тонкий лист. – Ч.: Изд. дом «Череповец», 2007. – 636с.
3. Sheet Metal Forming. Fundamentals. Edited by Taylan Altan and Erman Tekkaya. ASM International®, 2012.
4. Advanced High-Strength Steels. Science, Technology and Applications. Mahmoud Y. Demeri, ASM International®, 2013.
5. Ковка и штамповка: Справочник: В 4 т. Т. 4. Листовая штамповка / Под общ. ред. С.С. Яковлева; ред. совет: Е.И. Семенов (пред.) и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2010. – 732 с.

Сведения об авторах:

Сюрис Александр Олегович – магистр;
Кункин Сергей Николаевич – к.т.н., доцент.