

7. Калюжний, О.В. Визначення максимального зусилля деформування та потовщення фланця при витягуванні з диференційованим радіальним підпором фланця [Текст] / О.В. Калюжний // *Обработка материалов давлением: сб. науч. тр. – Краматорск: ДГМА, 2012. – № 1 (30). – С. 38–44.*

8. Ершов, В.И. Совершенствование формоизменяющих операций листовой штамповки [Текст] / В.И. Ершов, В.И. Глазков, М.Ф. Каширин. – М.: Машиностроение, 1990. – 312 с.

© Р.Г. Аргат

Р.Г. Аргат, ст. викл.

Кременчуцкий национальный университет им. Михаила Остроградского

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ ВИТЯЖКИ ЦИЛІНДРИЧНИХ ДЕТАЛЕЙ З МЕТОЮ УДОСКОНАЛЕННЯ ЇХ КОНСТРУКЦІЇ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСУ

Наведено огляд конструкції інструменту для витягування деталей з листового матеріалу, показані його конструктивні переваги і недоліки, показано вплив різних конструктивних параметрів матриці і пуансона на напружено-деформований стан при витягуванні.

Ключові слова: пуансон, матриця, заготівля, витяжка.

R.G. Argat, Senior Lecturer

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

STRUCTURAL ANALYSIS TOOL FOR EXTRACT CYLINDRICAL PARTS IN ORDER TO IMPROVE THEIR DESIGN FOR INTENSIFICATION OF THE PROCESS

The review of design tool to extract parts from sheet material, showing its design advantages and disadvantages, showing the effect of various design parameters of the die and punch on the stress-strain state of the draw.

Keywords: punch, die, billet, extract.

УДК 621.7.044

Т.В. Гайкова, ст. преп., Р.Г. Пузырь, к.т.н., доц.

Кременчугский национальный университет им. Михаила Остроградского

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СКЛАДКООБРАЗОВАНИЯ ПРИ ВЫТЯЖКЕ НИЗКИХ КОРОБЧАТЫХ ДЕТАЛЕЙ

Приведены результаты теоретических исследований, направленные на исследование вытяжки коробчатых деталей за один переход и выявлены основные конструктивные и технологические параметры процесса, влияющие на складкообразование во фланцевой части заготовки, определены зоны возможного возникновения складок на начальном этапе деформирования.

Ключевые слова: вытяжка, заготовка, деформация, напряжения, перемещения.

Введение. Применение деталей типа тонколистовых коробок нашло широкое распространение во всех отраслях промышленности, включая машиностроение, автомобилестроение, авиастроение, приборостроение и т. д. (поддоны металлорежущих станков, топливные баки, крышки люков, корпуса приборов, электрические контакты). Поэтому

и размеры таких деталей имеют широкий диапазон — от нескольких миллиметров в длину до нескольких метров и толщину стенки от десятых долей до десятка миллиметров. Вытяжка коробчатых деталей из листовых заготовок является наиболее эффективным и экономичным способом получения выше перечисленных деталей [1], но для повышения ее эффективности необходимо уточнить условия возникновения складок во фланце заготовки и выявить технологические параметры штамповки, позволяющие свести складкообразование к минимуму.

Обзор последних источников исследований и публикаций. Вопросу исследования поведения коробчатого полуфабриката во время деформации посвящено большое количество публикаций [2–6]. Так в работах [2–4] излагаются основы определения напряженно-деформированного состояния элементов заготовки при вытяжке коробок, освещаются вопросы влияния упрочнения, анизотропии, геометрии заготовки и инструмента на возникновение опасных зон с локализацией деформаций. В работах [5, 6] изложен новый метод расчета формы заготовки для вытяжки с целью оптимизации влияния геометрических размеров заготовки на поле напряжений и деформаций по контуру.

Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы. Для борьбы со складкообразованием при вытяжке коробчатых деталей применяют прижимы и перетяжные пороги [2–4]. Но в приведенных работах не в полной мере изложены теоретические и экспериментальные данные о влиянии различных параметров вытяжки на складкообразование, что не дает возможности управлять образованием складок и фестонов, изменяя входные параметры технологического процесса, прогнозировать их появление.

Постановка задачи. Целью данного исследования является установление закономерностей появления складок, путем решения задачи деформирования прямоугольной пластины методом разделения переменных, что даст возможность прогнозировать их появление, форму и количество, а также выявить технологические приемы для устранения или уменьшения данного явления.

Основной материал и результаты. Для получения формальных зависимостей будем пользоваться методикой, изложенной в работе [7].

В качестве граничных условий примем, что края пластинки могут свободно смещаться в плоскости пластинки и что в связи с этим опорные реакции на краях должны быть нормальны к пластинке. Расположив координатные оси x и y в срединной плоскости пластинки, ось же z направив перпендикулярно к этой плоскости, рассмотрим элемент, вырезанный из пластинки, как показано на рис. 1 двумя парами плоскостей, параллельных плоскостям xz и yz .

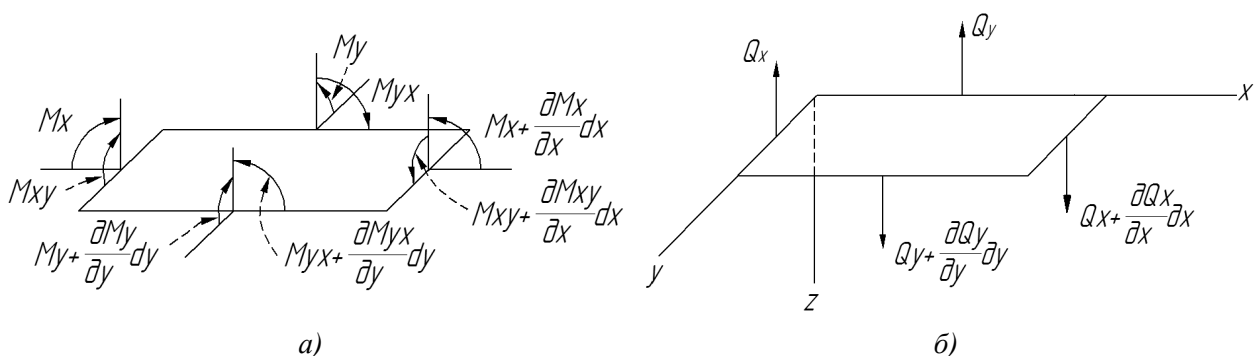


Рис. 1. Усилия, действующие на элемент пластинки при деформации:
а – моменты; б – перерезывающие силы

Так как пуансон действует на часть заготовки, то следует рассмотреть действие нагрузки, распределенной по верхней поверхности пластинки. Интенсивность этой нагрузки обозначим через q , так что нагрузка, действующая на элемент поверхности, будет равна $q dx dy$ (рис. 2).

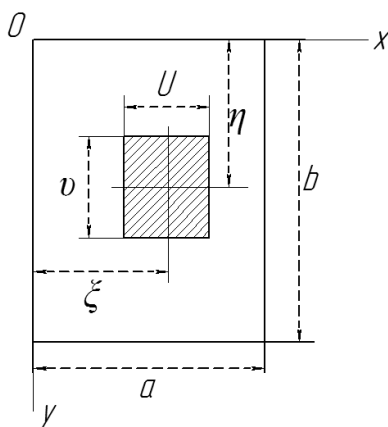


Рис. 2. Расчетная схема равномерно нагруженной пластинки

Проектируя все приложенные к элементу силы на ось z и взяв моменты от всех действующих на элемент сил относительно оси x и y , а также исключив из этих уравнений перерезывающие силы Q_x и Q_y в работе [7] было получено следующее уравнение равновесия

$$\frac{\partial^2 M_x}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 M_{yx}}{\partial x \partial y} - 2 \frac{\partial^2 M_{xy}}{\partial x \partial y} = -q. \quad (1)$$

Для того чтобы представить это уравнение как функцию прогибов w пластинки, представим моменты следующим образом

$$M_x = -D \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right); \quad M_y = -D \left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right), \quad (2)$$

где D – жесткость пластинки определяемая уравнением $D = Eh^3/[12(1 - \nu^2)]$; E – модуль упругости материала; ν – коэффициент Пуассона; h – толщина пластины.

$$M_{xy} = -M_{yx} = D(1 - \nu) \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}. \quad (3)$$

Подставляя эти выражения в уравнение (1), найдем

$$\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = \frac{q}{D}. \quad (4)$$

Задача об деформировании пластинки поперечной нагрузкой q сводится к интегрированию уравнения (4). Если для какого-либо частного случая решение этого уравнения найдено и оно удовлетворяет условиям на краях пластинки, то изгибающий и крутящий моменты могут быть вычислены из уравнений (2) и (3), а затем соответствующие им нормальные и касательные напряжения.

Для решения уравнения (4) представим функцию нагрузки $f(x, y)$ в виде двойного тригонометрического ряда

$$f(x, y) = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} a_{mn} \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b}, \quad (5)$$

где $a_{mn} = \frac{4P}{abuv} \int_{\xi-u/2}^{\xi+u/2} \int_{\eta-u/2}^{\eta+u/2} \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b} dx dy$ [7], отсюда

$$a_{mn} = \frac{16P}{\pi^2 m n u v} \sin \frac{m\pi \xi}{a} \sin \frac{n\pi \eta}{b} \sin \frac{m\pi u}{2a} \sin \frac{n\pi v}{2b}. \quad (6)$$

Подставляя выражение (5) в (4) и учитывая (6) получим окончательно

$$w = \frac{16P}{\pi^4 abuvD} \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin \frac{m\pi\xi}{a} \sin \frac{n\pi\eta}{b} \sin \frac{m\pi u}{2a} \sin \frac{n\pi v}{2b}}{(m^2/a^2 + n^2/b^2)} \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b}. \quad (7)$$

где $m = 1, 3, 5, \dots$ и $n = 1, 3, 5, \dots$

Выводы. С помощью полученной зависимости можно прогнозировать возникновение прогибов и возможного складкообразования в зависимости от усилия деформирования, длины и ширины заготовки, размеров пуансона, толщины пластины в любой точке на свободных от нагружения поверхностях заготовки. При переходе в пластическую область картина прогибов и напряженно-деформируемого состояния существенно не изменится, что дает возможность приближенно судить о возможности получения коробчатых деталей с наименьшим фестоно и складкообразованием.

Литература

1. Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении [Текст] / М.Г. Афонькин, М.В. Магницкая. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1987. – 256 с.
2. Аверкиев, Ю.А. Технология холодной штамповки [Текст] / Ю.А. Аверкиев, А.Ю. Аверкиев – М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.
3. Попов, Е.А. Основы теории листовой штамповки [Текст] / Е.А. Попов. – М.: Машиностроение, 1977. – 278 с.
4. Шофман, Л.А. Элементы теории холодной штамповки [Текст] / Л.А. Шофман. – М.: Оборонгиз, 1952. – 335 с.
5. Стеблюк, В.І. Визначення параметрів напружено-деформованого стану при витягуванні коробчастих деталей із заготовок, розрахованих методом потенціалу [Текст]: зб. наук. пр. / В.І. Стеблюк, М.В. Павлюк, О.В. Холявік // Вісник НТУ «ХПИ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПИ», – 2012. – № 46 (952). – С. 98–101.
6. Стеблюк, В.І. Побудова контуру заготовки на основі математичної моделі процесу витягування порожнистих виробів коробчастої форми [Текст]: сб. науч. тр. / В.І. Стеблюк, О.В. Холявік // Обработка материалов давлением. – Краматорск: ДГМА, 2009. – № 1 (20). – С. 63–66.
7. Тимошенко, С.П. Пластинки и оболочки [Текст] / С.П. Тимошенко, С. Войновский-Кригер. – М.: Наука, 1966. – 636 с.

© Т.В. Гайкова, Р.Г. Пузырь

Т.В. Гайкова, ст. викл., Р.Г. Пузырь, к.т.н., доц.

Кременчучський національний університет ім. Михайла Остроградського

ПРОГНОЗУВАННЯ СКЛАДКОУТВОРЕННЯ ПРИ ВИТЯГУВАННІ НИЗЬКИХ КОРОБЧАСТИХ ДЕТАЛЕЙ

Наведено результати теоретичних досліджень, спрямовані на дослідження витягування коробчастих деталей за один перехід і виявлено основні конструктивні й технологічні параметри процесу, що впливають на складкоутворення у фланцевій частині заготовки, визначені зони можливого виникнення складок на початковому етапі деформування.

Ключові слова: витягування, заготовка, деформація, напруження, переміщення.

T.V. Gaikova, Senior Lecturer, R.G. Puzyr, Ph.D., Associate Professor

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

PREDICTION FOLDING THE DRAW BOX-SHAPED LOW BLANKS

Theoretical studies aimed at the study of drawing box-like parts in a single transition, and identified the main design and process parameters that affect the folding of the flange portion of the blank defined zone of possible occurrence of wrinkles at an early stage of deformation.

Keywords: extraction, blank, strain, stress, displacement.