

## ТЕХНОКВАЛИМЕТРИЯ ГЕОМЕТРИИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ЛИСТОШТАМПОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ

А.В. Демченко, аспирант, НАКУ «ХАИ»

*Аннотация.* Рассмотрен квалиметрический подход учета влияния геометрической формы в плане крупногабаритной листоштампованной детали на технико-экономические показатели ее производства. Предложена графическая модель классификации форм, а также алгоритмы определения коэффициентов качества геометрической формы для треугольных и четырехугольных листоштампованных деталей.

*Ключевые слова:* квалиметрия, листовая штамповка, геометрическая форма, коэффициент качества, круг качества.

## ТЕХНОКВАЛИМЕТРИЯ ГЕОМЕТРИЇ ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ ЛИСТОШТАМПОВАНИХ ДЕТАЛЕЙ

О.В. Демченко, аспірант, НАКУ «ХАІ»

*Анотація.* Розглянуто кваліметричний підхід урахування впливу геометричної форми у плані великогабаритної листоштампованої деталі на техніко-економічні показники її виробництва. Запропоновано графічну модель класифікації форм, а також алгоритми знаходження коефіцієнтів якості геометричної форми для трикутних та чотирикутних листоштампованих деталей.

*Ключові слова:* кваліметрія, листова штамповка, геометрична форма, коефіцієнт якості, коло якості.

## THE QUALIMETRY OF LARGE-SIZED STAMPED-SHEET DETAILS GEOMETRY

A. Demchenko, post graduate student, KHACU "KhAI"

*Abstract.* The qualimetric method of the large-sized stamped-sheet details influence of geometric shape on the manufacture performance characteristics are given. The graphic model of shape classification and geometric shape factor definition algorithms for triangular and quadrangular shapes are proposed.

*Key words:* qualimetry, sheet-metal stamping, geometric shape, quality factor, quality circle.

### Введение

Под качеством листоштампованной крупногабаритной детали понимается, прежде всего, комплексный показатель технологичности, отражающий количественный уровень технико-экономических показателей при изготовлении изделия на конкретном производстве при удовлетворении технических

условий и прочих требований, налагаемых на конечный продукт производственной деятельности.

Оперируя квалиметрическими показателями и алгоритмами их определения, можно прогнозировать ресурсопотребление производства и влиять на него наиболее правильно и точно. Квалиметрия является сложной и вос-

требуемой областью научного знания, способствующей поиску оптимальных вариантов решений организационных, производственных, конструкторских и технологических вопросов.

### Анализ публикаций

На сегодняшний день в открытых источниках не существует информации о комплексном квалиметрическом подходе к оценке и классификации крупногабаритных листоштампованных деталей. Но, в свою очередь, существует несколько видов [1 – 3] классификации таких деталей, которые отличаются поставленными перед ними задачами, технологическими особенностями, областями применения и другими критериями. И лишь в работе [4] были даны основы квалиметрического взгляда на штамповку крупногабаритных листовых деталей и приведены реальные расчеты, подтверждающие правомерность приведенных теоретических выкладок.

### Цель и постановка задачи

Целью квалиметрического подхода является количественная оценка качества будущей детали на этапе ее проектирования, в зависимости от геометрии формы, материала, требований к точности и прочих свойств для повышения технологичности и сокращения производственных издержек. Определение вышеперечисленных характеристик и их увязка в комплексные математические модели являются основополагающими задачами для формирования объективной теории оценки.

В статье рассматривается влияние геометрической формы крупногабаритной листоштампованной детали в плане на сложность реализации процесса вытяжки-формовки, что является одной из базовых задач квалиметрии.

### Простые геометрические формы

Первые обоснованные попытки показать связь между геометрической формой детали и трудозатратами были предприняты в работе [4]. Для получения конкретных числовых значений использовался известный из таксономии метод эквивалентных площадей: каче-

ство геометрической формы представляет собой отношение площади, вписанной в многоугольник окружности, к площади самого многоугольника (коэффициент  $K_{\phi}$ ). В силу своей ограниченности, данное утверждение верно лишь для треугольников и правильных многоугольников.

Очевидно, что для окружности коэффициент  $K_{\phi}$  равен 1,0. Для прочих правильных геометрических фигур, с количеством углов  $n$ , характерна кривая (рис. 1), полученная по формуле (1)

$$K_{\phi} = \frac{\pi}{n \cdot \operatorname{tg}(\pi/n)}. \quad (1)$$

Рисунок предоставляет численные значения коэффициента качества формы для базовых простых геометрических фигур и отражает изменение сложности получения штампованных деталей от количества углов.

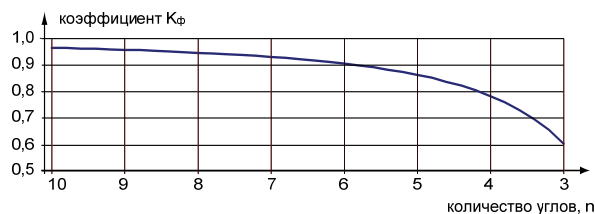


Рис. 1. Зависимость коэффициента  $K_{\phi}$  от количества углов

Для наглядности и удобства дальнейшего использования полученных наработок автором статьи предложена графическая схема, на которой размещены основные представители крупногабаритных листоштампованных деталей, в зависимости от их геометрии и коэффициента качества формы (рис. 2). Последний графически представлен концентрическими окружностями – изоквалитами (линиями равного качества). В центре схемы расположен круг, являющийся наиболее технологичным с точки зрения вытяжки-формовки.

На рис. 2 на изоквалитах в соответствующих четвертях наносятся базовые геометрические формы, а также их модификации, соответствующие наиболее распространенным деталям автомобильной (или другой) промышленности.

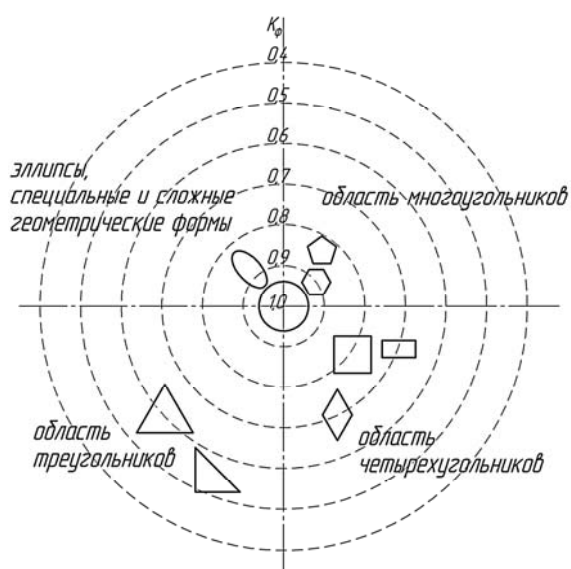


Рис. 2. Круг качества геометрических форм

Данная диаграмма призвана помочь конструкторам и технологам в проектировании новой техники, предоставляя сравнительную информацию о сложности штамповки крупногабаритных деталей, а также показывая возможные альтернативные варианты и варианты, способные оптимизировать ресурсозатраты и заложить более высокие показатели качества еще на предпроизводственной стадии.

Основной трудностью является разработка универсального метода определения показателей качества формы для произвольных деталей. Ниже будут приведены методики оценки треугольных и выпуклых четырехугольных форм.

### Оценка качества треугольной формы

Треугольная форма является единственной формой, способной, в произвольной своей конфигурации, вписать окружность. Кроме того, согласно формуле (1), равносторонний треугольник имеет максимальный коэффициент качества, а следовательно, все его модификации будут менее технологичны (рис. 3). Исходя из этого, коэффициент качества треугольной формы  $K_{\phi_3}$  запишется по формуле (2)

$$K_{\phi_3} = 4\pi \frac{S}{P^2}, \quad (2)$$

где  $S$  – площадь треугольника,  $P$  – его периметр.

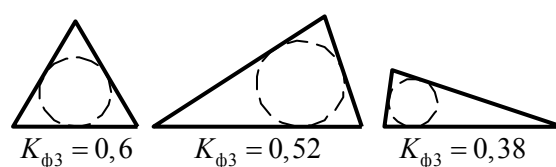


Рис. 3. Коэффициенты качества формы произвольных треугольников

Косвенным подтверждением адекватности модели может служить вид кривой изменения приведенного коэффициента качества формы равнобедренного треугольника ( $\bar{K}_{\phi}$ ) от соотношения его сторон ( $a/b$ ) (рис. 4).

Кривая представляет собой нелинейную зависимость с незначительным изменением  $\bar{K}_{\phi}$  при отношении сторон до 1:2 и дальнейшим падением с асимптотическим характером, что соответствует реальному опыту проведения штамповочных работ.

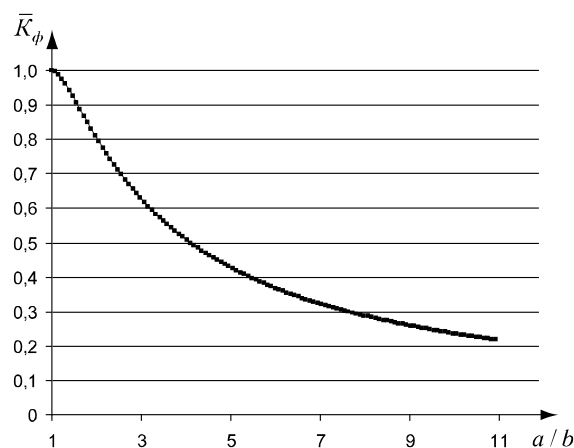


Рис. 4. Влияние пропорций треугольника на приведенный коэффициент качества формы

### Оценка качества выпуклой четырехугольной формы

По аналогии с треугольником, прямой метод приведенных окружностей не пригоден для оценки четырехугольников. Поэтому реальный алгоритм определения коэффициента качества формы четырехугольника выглядит так:

1) провести диагонали; посчитать коэффициенты качества форм образовавшихся треугольников  $K_{\phi_{31}}$  (рис. 5);

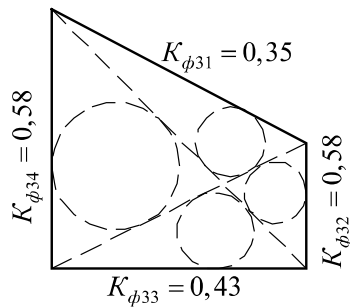


Рис. 5. Коэффициенты качества формы треугольников

2) вычислить относительный коэффициент качества формы четырехугольника ( $K_{\phi 4}$ ) по формуле

$$\bar{K}_{\phi 4} = \left( \sum_{i=1}^4 K_{\phi 3i}^2 \right) / \left( \sum_{j=1}^4 K_{\phi 3j} \right); \quad (3)$$

3) произвести переход к абсолютной оценке

$$K_{\phi 4} = (\bar{K}_{\phi 4} / 0,54) \cdot 0,79, \quad (4)$$

где число 0,54 соответствует относительному коэффициенту качества формы, вычисленному для квадрата; 0,79 – абсолютное значение  $K_{\phi}$  для четырехугольника, согласно формулы (1).

Данный алгоритм получен в ходе многочисленных графических экспериментов и в своем граничном состоянии (при стремлении одного из углов к 180 градусам) приближается к результатам оценки треугольной формы.

### Выводы

В статье была предложена визуальная модель отображения геометрических форм крупногабаритных листоштампованных де-

талей на схеме, что позволяет производить сравнительную оценку сложности получения различных геометрических форм. Были предложены модели оценки качества формы треугольных и четырехугольных деталей в плане.

Кроме этого, в поле дальнейших исследований лежит подробное изучение и описание деталей многоугольных и неправильных конфигураций, деталей с криволинейным фланцем; заполнение ими круга качества геометрических форм.

### Литература

1. ОСТ 1.41803–78 Штамповка электрогидроимпульсная листовых деталей на прессах ПЭГ. Типовые технологические процессы. – М.: НИАТ, 1980.
2. Ковка и штамповка: Справочник: В 4-х т. – Т. 4: Листовая штамповка / Под ред. А.Д. Матвеева. – М.: Машиностроение, 1987. – 544 с.
3. Ананченко И.Ю. Классификация автокузовных панелей для оценки их технологичности. – М.: КШП ОМД. – 1990. – №8. – С. 30–33.
4. Тараненко М.Е., Соломянный А.У., Ревенко А.С. Квалиметрия технологичности крупногабаритных тонколистовых листоштампованных деталей. – Луганськ: Вісник Східноукраїнського Національного університету ім. В. Даля. – 2008. – №6 (124). – С. 92–99.

Рецензент: М.А. Подригало, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 13 августа 2009 г.