

УДК 621.7.04

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИУСА КРИВИЗНЫ НЕЙТРАЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ГИБКЕ

© Кузин А.О., Разживин В.А., Петров И.Н.

*Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация*

e-mail: alexandrkuzin88@gmail.com

Гибка листового металла – весьма востребованная технологическая операция. Данная операция представляет собой процесс сгибания заготовок под определенным углом и с нужным радиусом. Гибка листового металла осуществляется в результате упругопластической деформации, протекающей различно с каждой из сторон изгибаемой заготовки [1]. Слои металла внутри угла изгиба (со стороны пуансона) сжимаются и укорачиваются в продольном и растягиваются в поперечном направлении. Наружные слои (со стороны матрицы) растягиваются и удлиняются в продольном и сжимаются в поперечном направлении. Радиус границы этих двух зон называют радиусом кривизны нейтральной поверхности.

Большинство работ акцентируются на аналитическом определении радиуса кривизны нейтральной поверхности гнутого изделия.

Радиус кривизны нейтральной поверхности по В.П. Романовскому [2] высчитывается по формуле:

$$\rho_n = \frac{R+r}{2} \alpha,$$

где  $R$  – наружный радиус изогнутой детали, мм;  $r$  – внутренний радиус изогнутой детали, мм;  $\alpha$  – коэффициент утонения.

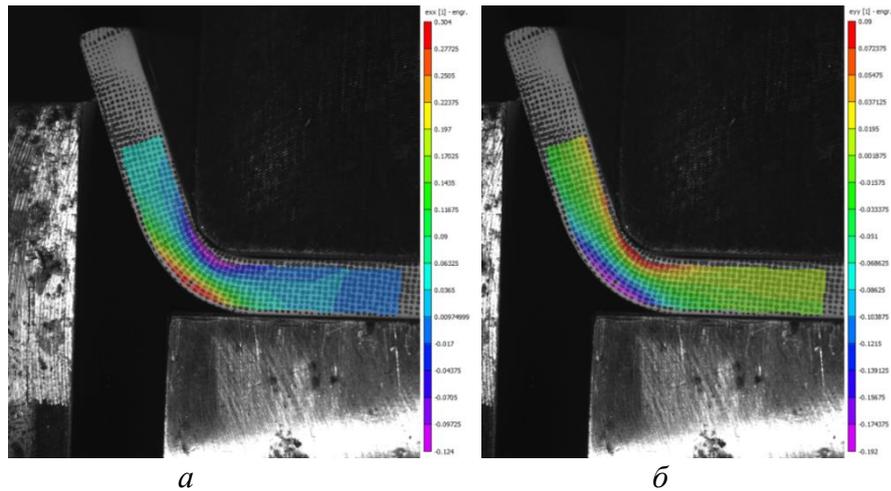
Согласно работам Е.А. Попова радиус нейтральной поверхности определяется соотношением [3; 4]:

$$\rho_n = \sqrt{Rr}.$$

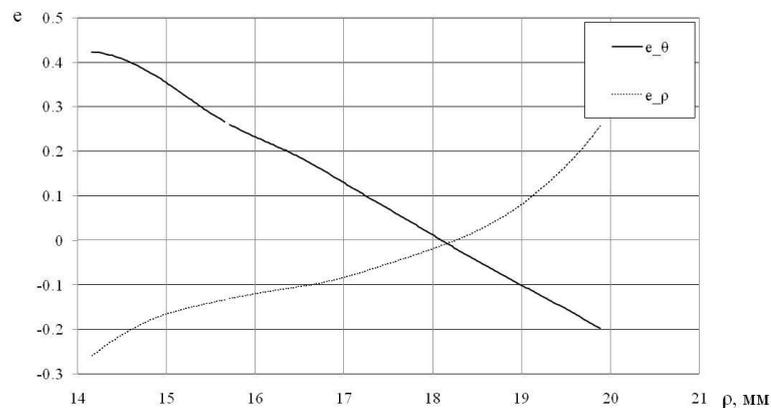
Теоретические исследования радиуса кривизны нейтральной поверхности при гибке достаточно распространены и глубоко изучены, но на данный момент отсутствуют работы, направленные на экспериментальное его определение.

В данной работе представлены результаты проведения эксперимента, позволяющие определить радиус кривизны нейтральной поверхности. Для этого использовалась универсальная испытательная машины TIRAtest 28300 совместно с системой бесконтактного измерения деформации Vic-3D. Материал заготовки 8011А, толщина 6 мм, радиус пуансона 14 мм, угол загиба заготовки 90°.

На боковую поверхность алюминиевых заготовок предварительно наносилась спекл-картина в виде точек. Во время формообразования система Vic-3D фиксирует изменение спекла с заданной частотой, что дает возможность определить деформации в радиальном и тангенциальном направлениях  $\epsilon_\theta$  и  $\epsilon_r$ . Распределение деформаций  $\epsilon_\theta$  и  $\epsilon_r$  по толщине образца представлено на рис. 1, 2.



*Рис. 1. Картина распределения деформаций: а –  $e_\theta$ ; б –  $e_\rho$*



*Рис. 2. Изменение деформаций в радиальном направлении*

Точка пересечения кривых, полученных в результате эксперимента (рис. 2), характеризует область, в которой деформация равна нулю. Таким образом, была определена величина радиуса кривизны нейтральной поверхности при гибке, которая составляет 18, 17 мм.

Исходя из расчета формул (1) и (2), теоретически получено значение радиуса кривизны нейтральной поверхности, равное 17 мм и 16,73 мм.

Анализируя полученные результаты после теоретических расчетов и экспериментальных измерений, можно сделать вывод, что при расчетах по формулам использовались допущения, которые и показывают разницу при сравнении значений в 6–8 %.

### Библиографический список

1. Бурдуковский В. Технология листовой штамповки: учебное пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. 224 с.
2. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. 520 с.
3. Попов Е.А. Основы теории листовой штамповки: учеб. пособие для вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1977. 278 с.
4. Зубцов М.Е. Листовая штамповка. Л.: Машиностроение, 1980. 432 с.