УДК 621.7

***Ю.А. ПОДЗОЛКОВА,*** НТУ «ХПИ», Харьков, Украина.
***Ю.А. ПЛЕСНЕЦОВ,*** канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ», Харьков, Украина
***Т.Л. КОВОРОТНЫЙ,*** асист., НТУ «ХПИ», Харьков, Украина

## Анализ технологических возможностей упрочнения элементов специальных профилей при их валковой формовке

В современных условиях ресурсосбережение является одним из ключевых элементов создания конкурентоспособной продукции. Увеличение прочностных характеристик гнутых профилей за счет дополнительной пластической деформации участков профилей, не подвергающихся упрочнению при обычном профилировании, способствует улучшению качества самих профилей, изделий с их применением, а также позволяет снизить расход металла без ухудшения прочностных характеристик готовой продукции.

Целью работы является анализ формоизменения металла при валковой формовке упрочненных специальных профилей и возможностей организации их производства.

При валковой формовке периодических гофров местная вытяжка листового металла сопровождается утонением в зоне формовки гофров, т. е. имеет место плоское деформированное состояние, конечные деформации определяются следующим образом:

$$e_1 = -e_3 = \frac{\sqrt{3}}{2} e_i \,, \tag{1}$$

где $e_1$ – деформация в направлении ширины гофра;

$e_3$ – деформация по толщине металла гофра.

Распределение утонения по поперечному сечению гофров определяется по зависимости:

$$\Delta S = 2\int_0^{S/2} e_3 dy \,, \tag{2}$$

где $S$ – толщина металла.

Для теоретического анализа процесса валковой формовки поверхностей противоскольжения на первом технологическом переходе использован принцип энергетического равновесия работы деформирования и жесткости клети:

$$\Phi = \frac{1}{2}G(H_1 - H)^2 + A_{ДЕФ}(H) \to \min , \qquad (3)$$

где $G$ – жесткость клети;

$H$ – высота формуемых рифлений;

$H_1$ – высота гофра по калибру валка;

$A_{ДЕФ}(H)$ – работа деформации при вытяжке рифлений.

Для анализа формоизменения металла принята схема очага деформации. В связи с незначительной высотой формуемых рифлений, приняты следующие допущения:

- деформации растяжения в очаге имеют место на участке, не превышающем ширину рифления;
- напряжения и деформации связаны по линейному закону;
- валки изгибаются по дуге постоянной кривизны.

Задача нахождения фактической высоты рифлений решалась минимизацией функционала полной потенциальной энергии:

$$\Phi_1 = A_{ДЕФ}(H) - PH \to \min \qquad (4)$$

$$\Phi_2 = 2\int_V A_{ПР}(\Delta H)dV + \sum_{i=1}^{n} A_{ДЕФ}(H - 2\Delta H_i) + \frac{1}{2}G(H_2 - H)^2 \to \min \qquad (5)$$

где $n$ – число формуемых рифлений;

$V$ – объем валка;

$\Delta H_i$ – прогибы валков при формовке рифлений;

$A_{ПР}(\Delta H)$ – работа прогиба валка, зависящая от его ширины;

$H$ – высота крайних формуемых рифлений.

Выводы: с использованием принципа энергетического равновесия работы деформирования и жесткости клети получены аналитические зависимости для определения энергосиловых параметров процесса формовки элементов поверхности противоскольжения и рифлений. Минимизацией функционала полной потенциальной энергии решена задача нахождения фактической высоты рифлений и их осадки.