

УДК 621.771.63.011

Плеснецов Ю. А.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМОИЗМЕНЕНИЯ МЕТАЛЛА НА УЧАСТКЕ ОСАДКИ РИФЛЕНИЙ

Одним из путей снижения металлоемкости продукции, рационального использования металла потребляемыми отраслями промышленности является повышение качества металлопродукции, в частности ее прочностных характеристик – предела текучести, временного сопротивления разрыву. Такое повышение может быть достигнуто путем легирования стали в процессе ее выплавки либо дополнительной холодной пластической деформацией металлопродукции на завершающих этапах ее изготовления.

При производстве гнутых и листовых гофрированных профилей второй вариант предпочтительнее, поскольку он более экономичен, а сам процесс может быть организован непосредственно в потоке производства.

Существенное повышение прочностных характеристик листовой заготовки может обеспечить формовка на ее поверхности мелких продольных гофров (рифлений).

В промышленном строительстве для лестничных маршей и переходных площадок в большинстве случаев используют рифленую горячекатаную сталь толщиной 4 мм. Однако этот вид металлопродукции отличается повышенной металлоемкостью, а рифы высотой 1 мм быстро истираются [1].

В работах [2–4] представлены результаты исследований по созданию сортамента тонкостенных профилей с элементами противоскольжения, имеющих существенные преимущества перед описанным прокатным профилем: меньшую металлоемкость, большую высоту элементов противоскольжения и др. В указанных работах представлены результаты разработки и освоения новых технологических процессов валковой формовки четырех профилей со специальными служебными свойствами, а также результаты экспериментальных исследований деформированного состояния элементов противоскольжения. Вместе с тем, в работах не нашли отражения результаты экспериментальных исследований деформированного состояния плоского участка, полученного осадкой рифлений.

Цель работы – исследование формоизменения металла на участке осадки рифлений для определения возможностей реализации нового технологического приема и эксплуатационных свойств изделий с поверхностью противоскольжения

Методику проведения исследований составили: геометрический анализ деформаций по сечению профилей, исследования микроструктуры исходной заготовки и элементов поверхности противоскольжения, исследования твердости по Виккерсу торцевой поверхности профилей, а также сопоставительные испытания на растяжение стандартных образцов, отобранных от исходной заготовки и готовых профилей.

Материал профиля – сталь Ст. 3 пс. Микроструктура исходной заготовки – однородная, мелкозернистая, состоит из зерен феррита и перлита в соотношении 80:20. Величина зерен феррита соответствует баллу 8–9, перлита – баллу 1–2. Перлит плотный, скрыто пластинчатый. Загрязненность стали неметаллическими включениями типа сульфидов железа и марганца, силикатов, вытянутых в направлении деформации, соответствует баллу 2.

Микроструктура по сечению отформованных гофров неоднородна – в нейтральном слое она деформирована меньше, чем в слоях у поверхности. По мере приближения к поверхности становится более выраженной ориентация зерен феррита и перлита и увеличивается степень дисперсности перлита. Структурные составляющие вытягиваются в направлении деформации, повторяя поперечное сечение гофров.

Методикой проведения работы был предусмотрен отбор продольных и поперечных образцов от характерных участков заготовки и профилей (рис. 1) для замеров твердости по Виккерсу на торцевой поверхности, перпендикулярной к поверхности профиля. Результаты замеров приведены в табл. 1.

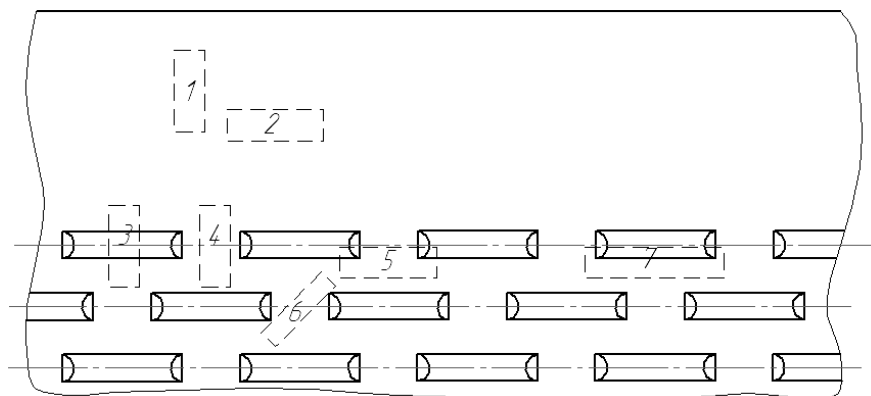


Рис. 1. Схема вырезки образцов для замеров твердости

Таблица 1

Результаты замеров твердости по Виккерсу на характерных участках заготовки и профилей

Образцы	1, 2	3	4, 5*, 6	5**	7
Твердость HV	127 ± 9	170 ± 10	140 ± 8	146 ± 8	170 ± 10
Примечание: 5* – плоский участок; 5** – участок выхода гофра в плоскость					

Изменения твердости металла по сравнению с исходной (базовой) пропорциональны интенсивности деформаций. В зоне осадки (образцы 4, 5, 6) она возрастает на 9 %, на вершине гофра (образцы 3, 7) – на 25 %, на участках переменной высоты – выходах гофра в плоскость (образец 5) – на 13 %. Полученные данные хорошо согласуются с результатами ранее выполненных исследований [5–8] для толщин исходной заготовки 3...5 мм.

Деформационное упрочнение металла профилей оценивали также при испытаниях на растяжение стандартных образцов, отобранных от исходной заготовки и готовых профилей. Результаты исследований приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты исследований деформационного упрочнения профилей с поверхностью противоскольжения

Измеряемый параметр	σ_m		σ_e		δ_{10}
	кг/мм ²	МПа	кг/мм ²	МПа	
Единицы измерения	кг/мм ²	МПа	кг/мм ²	МПа	%
Заготовка	28,5	279,3	39,5	387,0	29,5
Профиль	35,5	348,0	47,5	465,5	11,5

Как следует из табл. 2, средние значения предела прочности (σ_e) увеличились на 16,8 %, предела текучести (σ_m) – на 19,7 %, относительного удлинения (δ_{10}) – уменьшились на 61 %.

Исследования утонения по поперечному сечению гофра (рис. 3), полученного из заготовки толщиной 2,5 мм (рис. 2) и осаженого во втором переходе плоского межгофрового участка (рис. 4) показали, что оно достигает максимальных значений на вершине гофра (рис. 3) – 0,57 мм, а на боковых участках (рис. 3) – постоянно (0,3 мм). Изменения толщины происходят в пределах зоны, деформируемой при вытяжке гофров, и не распространяются на боковые недеформируемые участки.

Поскольку осадка (вплоть до выглаживания) полученных путем вытяжки гофров является новым технологическим приемом, исследования осаженой зоны представляет особый интерес. График распределения утонения по поперечному сечению осаженого участка (рис. 4) представляет собой кривую с тремя максимумами – у вершины осаженого гофра (рис. 4) и в местах выхода гофра в плоскость (рис. 4). Утонение составило 0,42 мм и 0,2 мм, соответственно, то есть меньше, чем на аналогичных участках гофра, на 26,3 % и на 33,3 %.

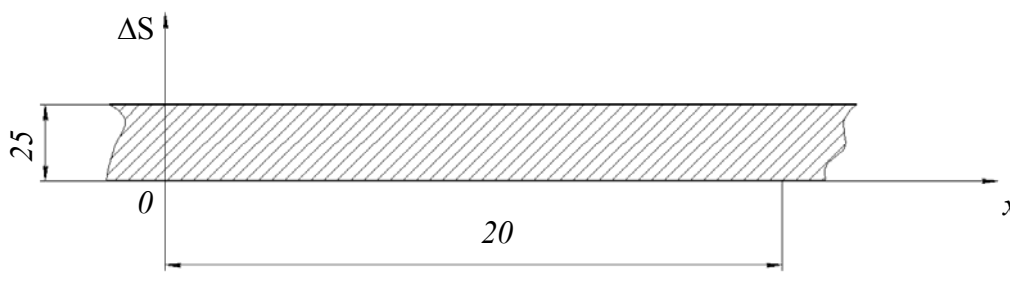


Рис. 2. Исходная заготовка

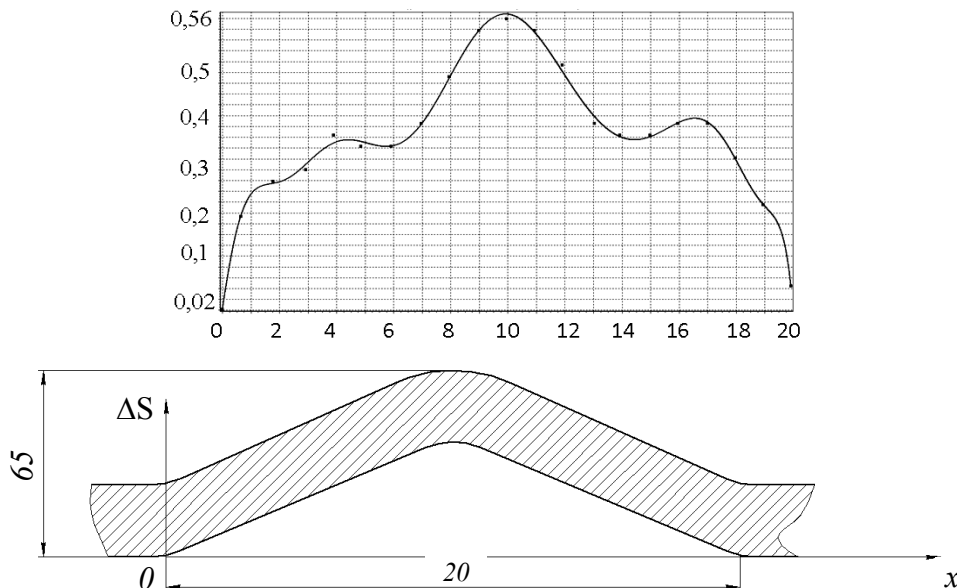


Рис. 3. Распределение утонения по рифлению

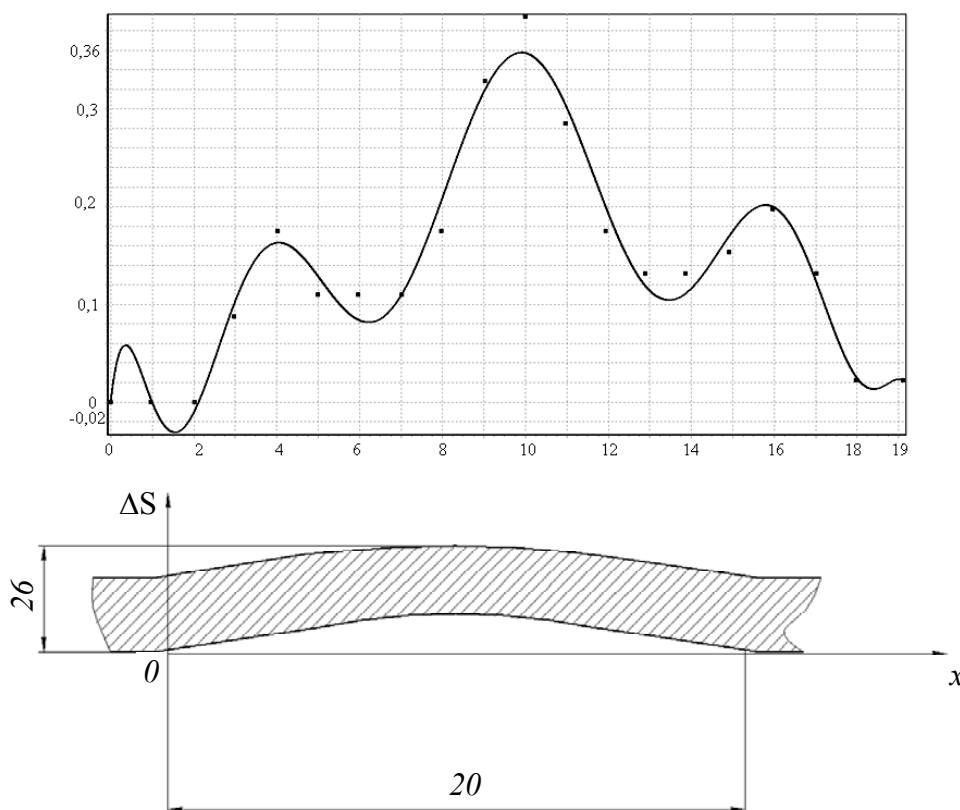


Рис. 4. Распределение утонения по осажённому участку

Результаты экспериментальных исследований были аппроксимированы следующими полиномами:

– график распределения утонений по рифлению (рис. 3):

$$\Delta s = 0,021 + 0,347x - 0,04x^2 - 0,236x^3 + 0,2x^4 - 0,08x^5 + 0,019x^6 - 0,003x^7 + 0,0003x^8 - 2,01 \cdot 10^{-5}x^9 + 9,32 \cdot 10^{-7}x^{10} - 2,8 \cdot 10^{-8}x^{11} + 4,8 \cdot 10^{-10}x^{12} - 3,7 \cdot 10^{-12}x^{13};$$

– график распределения утонений по осаженному участку (рис. 4):

$$\Delta s = 0,382x - 0,797x^2 - 0,584x^3 - 0,2x^4 - 0,041x^5 - 0,004x^6 - 0,0003x^7 - 1,51 \cdot 10^{-5}x^8 + 3,63 \cdot 10^{-7}x^9 - 3,68 \cdot 10^{-9}x^{10}.$$

ВЫВОДЫ

1. Исследования показали существенное повышение прочностных характеристик и твердости поверхности противоскольжения новых профилей по сравнению с горячекатаными. Соответственно увеличивается и срок эксплуатации профилей.

2. Исследования утонения по поперечному сечению гофра и осаженного во втором переходе плоского межгофрового участка показали, что оно достигает максимальных значений на вершине гофра (0,57 мм), а на боковых участках – постоянно (0,3 мм).

3. В работе установлено, что изменение твердости металла по сравнению с исходной (базовой) пропорционально интенсивности деформаций. В зоне осадки она возрастает на 9 %, на вершине гофра – на 25 %, на участках переменной высоты (выходах гофра в плоскость) – на 13 %.

4. Результаты экспериментальных исследований были аппроксимированы полиномами 13 и 10 степени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мельников Н. П. Применение легких металлоконструкций – важное направление технического прогресса в строительстве / Н. П. Мельников // Легкие металлические конструкции промышленных зданий. – М. : ВНИИС, 1985. – С. 3–24.

2. Плеснецов Ю. А. Новая технология валковой формовки упрочненных листовых профилей с поверхностью противоскольжения / Ю. А. Плеснецов // Вестник НТУ «ХПИ». – Харьков : НТУ «ХПИ». – 2004. – № 47. – С. 17–19.

3. Плеснецов Ю. А. Новая технология валковой формовки специальных деформационно-упрочненных гнутых профилей с поверхностью противоскольжения для строительства / Ю. А. Плеснецов // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2004. – № 6 (12). – С. 71–72.

4. Плеснецов Ю. А. Анализ возможностей получения гнутых профилей со специальными служебными свойствами (деформационно-упрочненных) / Ю. А. Плеснецов, А. А. Юрченко, В. Н. Левченко // Ресурсозберігаючі технології виробництва та обробка тиском матеріалів у машинобудуванні : збірник наукових праць. – Луганськ : СНУ, 2002. – С. 28–33.

5. Тришевский О. И. Исследование напряженно-деформированного состояния профилей высокой жесткости методом измерения твердости / О. И. Тришевский, Ю. А. Плеснецов, В. Ф. Вершинин // Теория и технология производства гнутых профилей проката : отрасл. сб. научн. тр. – Харьков : УкрНИИмет, 1982. – С. 34–42.

6. Плеснецов Ю. А. Увеличение несущей способности гнутых профилей при деформационном упрочнении / Ю. А. Плеснецов, О. И. Тришевский, Ю. С. Томенк // Освоение производства и повышение качества гнутых профилей : сборник. – Харьков : УкрНИИмет. – 1985. – С. 13–17.

7. Плеснецов Ю. А. Деформационное упрочнение гнутых профилей проката. / Ю. А. Плеснецов, О. И. Тришевский, А. П. Янчинский // Сталь. – 1986. – № 8. – С. 32–43.

8. Плеснецов Ю. А. Анализ процесса формовки профилей с поверхностью противоскольжения / Ю. А. Плеснецов, Е. Л. Белкин, А. П. Янчинский // Теория и технология производства гнутых профилей проката : сб. – Харьков : УкрНИИмет. – 1991. – С. 21–27.

Плеснецов Ю. А. – канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник, зав. кафедрой НТУ «ХПИ».

НТУ «ХПИ» – Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт, г. Харьков.

E-mail: pls_roll@mail.ru