

УДК 621.771.63

Ю.А. Плесецов, канд. техн. наук
НТУ «Харьковский политехнический институт»

СОРТАМЕНТ И ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПРОФИЛЕЙ С ПОВЕРХНОСТЬЮ ПРОТИВОСКОЛЬЖЕНИЯ

Для використання в промисловому будівництві в якості сходнок драбинних розроблено новий тип спеціальних профілів з деформаційно зміцненою поверхнею проти ковзання і технологія їх виробництва

For usage in industrial construction as ladder steps the new type of special profiles with a strain hardening by a surface of counter slipping and technology of their manufacturing is developed

Из анализа литературных источников [1, 2] следует, что в развитых в промышленном отношении странах возросло количество технических решений, направленных на разработку конструктивных форм, в которых используются гнутые профили со специальными служебными свойствами (деформационно упрочненных, с поверхностью противоскольжения и т.п.). Вместе с тем, в научно - технической литературе отсутствуют данные о реально действующем оборудовании, выпускающем в промышленных масштабах указанную выше металлопродукцию. Выявленные технические решения, направленные на совершенствование способов производства профилей с поверхностью противоскольжения, применимы в области горячей прокатки рифленых листов и не могут использоваться для разработки технологии формовки новых деформационно упрочненных поверхностей противоскольжения вследствие особенностей горячей прокатки.

Цель, поставленная в работе, - разработка и исследование промышленной технологии производства нового эффективного вида металлопродукции - специальных гнутых профилей с деформационно упрочненными поверхностями противоскольжения.

Работа решает важнейшую задачу - создание новой, эффективной ресурсосберегающей технологии.

Сортамент специальных гнутых профилей с деформационно упрочненной поверхностью противоскольжения

В соответствии с целью работы для обеспечения строительства в тонкостенных (вследствие эффекта деформационного упрочнения) профилях разработан сортамент (рис. 1) специальных гнутых профилей с поверхностью противоскольжения (ступени лестничные СЛ-01, СЛ-02). Профили с поверхностью противоскольжения защищены изобретением (а.с. № 1593025 СССР). Для проведения эксплуатационных испытаний профилей с поверхностью противоскольжения, а также отработки промышленной технологии их производства изготовлены комплекты валков и на профилегибочном агрегате (ПГА) 1...4x50...300 изготовлены опытные партии профилей ступеней лестничных СЛ-01, СЛ-02 длиной 4м.

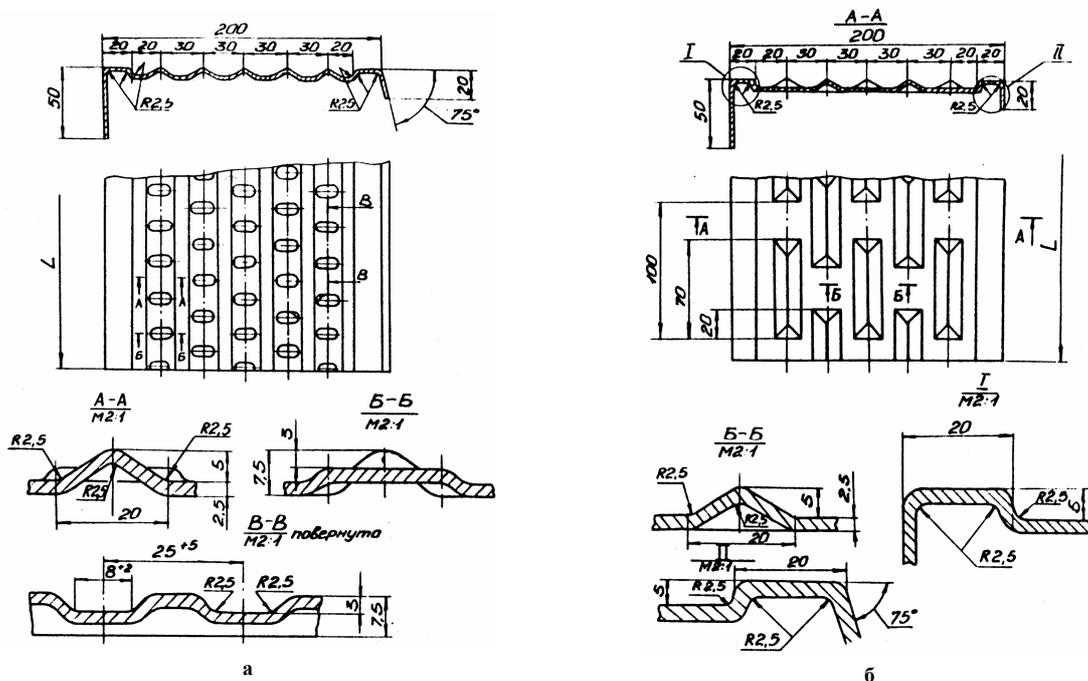


Рис. 1. Специальные гнутые профили с деформационно упрочненными поверхностями противоскольжения: а) для ступеней лестничных СЛ-01; б) для ступеней лестничных СЛ-02

Разработка технологии формовки специальных гнутых профилей СЛ-01, СЛ-02 для ступеней лестничных с поверхностью противоскольжения

Формовка профилей СЛ-01, СЛ-02 (см. рис. 1) обеспечивалась на одном комплекте валков. Для получения поверхности противоскольжения использовались 2 варианта ее формовки:

- по первому варианту во 2-й клетки ПГА на стенке профиля местной вытяжкой металла формовались сквозные продольные гофры треугольной формы с последующей периодической осадкой отформованных гофров в 3-й клетки;

- по второму варианту элементы противоскольжения формовались в 12-й клетки ПГА за один проход традиционным способом – местной вытяжкой металла при совмещении выпуклого элемента с соответствующей впадиной. Синхронизация вращения валков в данной клетки обеспечивалась шестеренной парой.

Подгибка полок профилей осуществлялась в 10 клетях стана с использованием принципа равных вертикальных перемещений кромок, а также условия постоянства расстояний между центрами дуг мест изгиба с переменным радиусом последних.

Результаты опробования технологического процесса, анализ качества профилей, полученных в соответствии с разработанной технологией

Опробование технологии формовки профилей СЛ-01, СЛ-02, проведенное на ПГА 1...4х50...300, подтвердило правильность принципов, заложенных в основу ее разработки. В частности, подтверждена экспериментально возможность формовки поверхности противоскольжения, как в начале (во 2-3 клетях) технологического процесса, так и в его конце (в 12 клетях). Опробованы 3 способа формовки поверхности противоскольжения:

- 1) раздельный – вытяжка (во 2 клетки) сквозных гофров с последующей периодической их осадкой (в 3 клетки).
- 2) совмещенный – вытяжка периодических гофров в одной паре валков.
- 3) комбинированный – вытяжка сквозных гофров с последующей формовкой поверхности противоскольжения по совмещенному способу.

В результате опробования установлено, что наиболее технологичным является раздельный способ формовки поверхности противоскольжения, поскольку в данном случае не требуется синхронизация валков. Совмещенный способ следует использовать в тех случаях, когда к участку осадки предъявляются особые требования по плоскостности, а к выходам гофров в плоскость – особые требования по их геометрии. Комбинированный способ обеспечивает получение наиболее точных по высоте и конфигурации периодических гофров, однако, на плоских осаживаемых участках имеют место характерные продольные отпечатки, соответствующие вершине гофров. В процессе профилирования методом тензометрии определялись энергосиловые параметры технологического процесса. Результаты замеров энергосиловых параметров формовки профилей СЛ-01 и СЛ-02 приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты замеров энергосиловых параметров при формовке профилей СЛ-01 и СЛ-02 на ПГА 1...4х50...300

Наименование параметра	СЛ-01	СЛ-02
Усилие подгибки полок, кН	14,7	14,7
Крутящий момент при подгибке полок, кНм	5,9	5,9
Усилие формовки гофров, кН	58,8	47,3
Крутящий момент при формовке гофров, кНм	23,5	18,9
Усилие осадки гофров, кН	33,0	-
Крутящий момент при осадке гофров, кНм	13,2	-

Линейные и угловые отклонения подгибаемых при профилировании элементов во всех случаях находились в следующем диапазоне: $\pm 0,5$ мм, $\pm 30'$, соответственно. Высота элементов противоскольжения для 1 и 2 вариантов составляла 4,0...4,2мм, для 3 варианта – 4,9...5,0мм. Внешний вид профилей ступеней лестничных приведен на рис. 2.

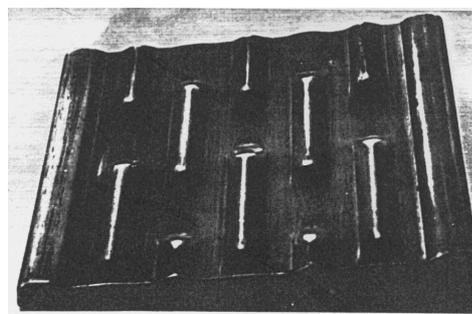


Рис. 2. Внешний вид профилей ступеней лестничных СЛ-01, СЛ-02

Учитывая удовлетворительное качество профилей, разработанная технология передана на ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» (ОАО ММК) для промышленной реализации на ПГА 1...4х50...300 ММК с непрерывным процессом профилирования. Опытные партии профилей переданы Магнитогорскому заводу

металлоконструкций (МЗМК) для сборки облегченных лестничных пролетов и проведения испытаний. Освоение разработанной технологии возможно на аналогичном ПГА ОАО «Запорожсталь».

В результате испытаний установлено:

1. Фактический прогиб косоуров лестницы марки ЛХФ при статической и динамической нагрузке 400 кг/м² составил 3,6см при допустимом расчетном 4,5см;
2. Прогиб на середине ступени лестничной от сосредоточенной нагрузки, равной 150кг, составил 0,3см при допустимом расчетном 0,4см.

Результаты испытаний ступеней лестничных на МЗМК показали, что они отвечают современному уровню качества промышленности строительных конструкций.

Разработка специальных гнутых профилей 200x50x20x2,5мм, 170x50x20x2,5мм с поверхностью противоскольжения и технических условий на поставку опытной партии продукции

Профили 200x50x20x2,5мм и 170x50x20x2,5мм (рис. 3, а, б) разработаны [3-5] взамен несимметричных уголков 200x50x4мм и 170x50x4 мм, которые серийно изготавливались на МЗМК по техническим требованиям к типовым конструкциям из рифленой горячекатаной стали толщиной 4мм. При разработке профилей габариты опорных площадок (по сравнению с использовавшимися ранее уголками) были оставлены без изменений (200мм и 170мм), передняя подогнутая полка также (50мм). Снижение толщины профилей с 4мм до 2,5мм предопределило конфигурацию поперечного сечения новых профилей – на опорной площадке предусмотрены два продольных ребра жесткости и дополнительная полка шириной 20мм, подогнутая под углом 75°.

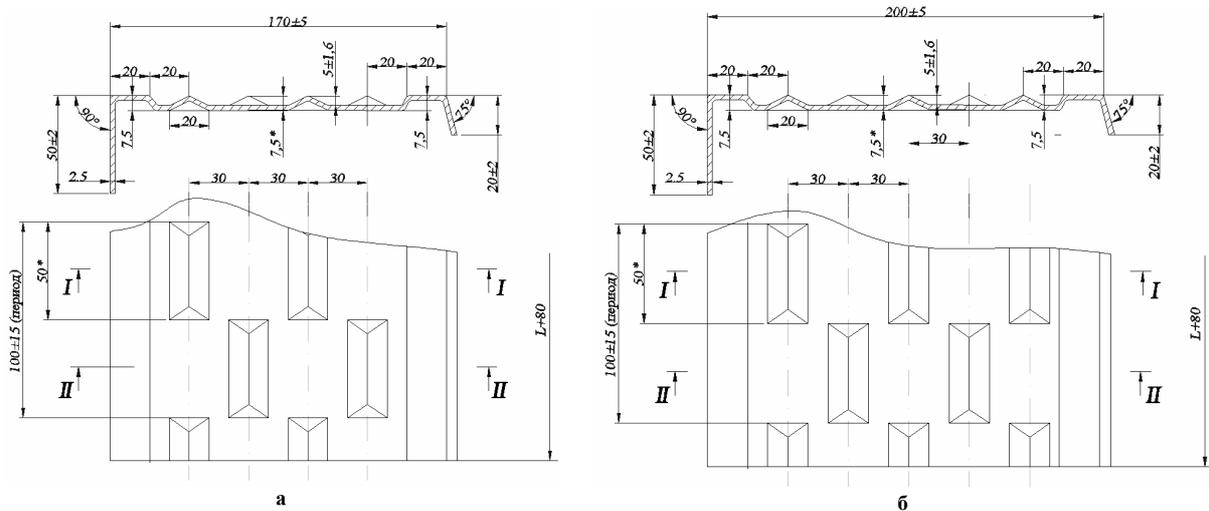


Рис. 3. Специальные профили ступеней лестничных 170x50x20x2,5мм (а) и 200x50x20x2,5мм (б)

Обеспечение эффекта противоскольжения достигается рифтами треугольной в поперечном сечении формы и смещением их в продольных рядах друг относительно друга до расположения в шахматном порядке. Результаты расчетов геометрических характеристик сечений разработанных профилей приведены в табл. 2. При расчетах учтены возможные отклонения по толщине (S) заготовки для стали Ст. 3 в диапазоне 2,29...2,7мм (2,5мм – номинальное значение), а также по высоте (H) гофра 7,5±1,5мм.

Для обеспечения поставок металлопродукции разработаны технические условия ТУ 14-2-815 «Профили стальные гнутые специальные с поверхностью противоскольжения».

Таблица 2

Геометрические характеристики сечений профилей 200x50x20x2,5мм и 170x50x20x2,5мм

S, мм	H, мм	F, см ²	Координаты центра тяжести		I _x , см ⁴	I _y , см ⁴	I _{xy} , см ⁴	W _x , см ³	W _y , см ³
			x ₀ , см	y ₀ , см					
Профиль 200x50x20x2,5мм; сечение 1-1 (рис. 3)									
2,5	7,5	6,28	8,88	- 0,17	7,11	312,05	19,30	1,74	26,82
2,5	9,0	6,21	8,86	- 0,10	6,77	313,23	18,72	1,69	26,87
2,5	6,0	6,36	8,90	- 0,24	7,36	310,82	19,91	1,77	26,76
2,7	7,5	6,86	8,89	- 0,17	7,64	336,18	20,93	1,87	28,90
2,7	9,0	6,73	8,86	- 0,10	7,11	337,61	20,30	1,78	28,97
2,7	6,0	6,88	8,90	- 0,24	7,85	334,68	21,57	1,89	28,82
2,29	7,5	5,75	8,88	- 0,17	6,32	287,49	17,68	1,55	24,70
2,29	9,0	5,68	8,86	- 0,10	6,01	288,42	17,14	1,50	24,73
2,29	6,0	5,83	8,90	- 0,24	6,74	286,52	18,22	1,62	24,66

S, мм	H, мм	F, см ²	Координаты центра тяжести		I _x , см ⁴	I _y , см ⁴	I _{xy} , см ⁴	W _x , см ³	W _y , см ³
			x ₀ , см	y ₀ , см					
Профиль 200x50x20x2,5 мм; сечение 2-2 (рис. 3)									
2,5	7,5	6,41	8,91	- 0,18	7,03	319,17	19,25	1,73	27,50
2,5	9,0	6,39	8,90	- 0,11	6,67	323,12	18,66	1,67	27,81
2,5	6,0	6,44	8,92	- 0,25	7,30	315,19	19,86	1,76	27,17
2,7	7,5	6,94	8,91	- 0,18	7,56	343,41	20,88	1,85	29,59
2,7	9,0	6,92	8,90	- 0,11	7,01	347,74	20,24	1,76	29,93
2,7	6,0	6,96	8,92	- 0,24	7,79	339,03	21,52	1,87	29,23
2,29	7,5	5,88	8,91	- 0,18	6,25	294,51	17,64	1,54	25,37
2,29	9,0	5,86	8,90	- 0,11	5,92	298,08	17,09	1,49	25,65
2,29	6,0	5,91	8,92	- 0,25	6,69	290,91	18,17	1,61	25,08
Профиль 170x50x20x2,5 мм; сечение 1-1 (рис. 3)									
2,5	7,5	5,66	7,52	- 0,22	6,82	211,08	15,91	1,69	21,12
2,5	9,0	5,64	7,54	- 0,14	6,50	213,59	15,42	1,64	21,40
2,5	6,0	5,69	7,51	- 0,29	7,15	208,58	16,40	1,74	20,83
2,7	7,5	5,13	7,52	- 0,22	7,39	226,99	17,25	1,83	22,70
2,7	9,0	6,10	7,53	- 0,14	7,11	229,75	16,73	1,79	23,01
2,7	6,0	6,15	7,50	- 0,29	7,81	224,24	17,71	1,90	22,39
2,29	7,5	5,19	7,53	- 0,22	6,23	194,85	14,58	1,55	19,50
2,29	9,0	5,17	7,54	- 0,14	6,01	197,11	14,15	1,52	19,76
2,29	6,0	5,22	7,51	- 0,29	6,56	192,61	15,02	1,60	19,24

Выводы

1. С целью расширения сортамента эффективных гнутых профилей для строительства разработан новый тип специальных профилей с деформационно упрочненной поверхностью противоскольжения, включающий профили 200x50x20x2,5мм, 170x50x20x2,5мм для ступеней лестничных. Свойства противоскольжения на новой металлоконструкции выполняют периодически повторяющиеся гофры треугольного поперечного сечения, расположенные на поверхности в шахматном порядке.

2. При выполнении исследований опробованы 3 способа формовки поверхности противоскольжения на стенке ступеней лестничных: раздельный (вытяжка сквозных гофров с последующей их осадкой); совмещенный (вытяжка периодических гофров в 1 паре валков); комбинированный (вытяжка гофров с последующей формовкой поверхности противоскольжения по совмещенному способу).

3. Для изготовления ступеней лестничных по всем трем способам разработана технология, предусматривающая 12 технологических переходов. Разработанная технология реализована на ПГА 1-4x50-300 ММК. Возможно освоение сортамента профилей с поверхностью противоскольжения на аналогичном ПГА ОАО «Запорожсталь».

Список литературы

1. Мельников Н.П. Применение легких конструкций – важное направление технического прогресса в строительстве // Сб. «Легкие металлические конструкции промышленных зданий». – М.: ВНИИС, 1985, с. 3-24.
2. Айрумян Э.Л., Рожков А.В. Легкие стальные конструкции с применением гнутых профилей // Сб. «Легкие металлические конструкции промышленных зданий». – М.: ВНИИС, 1987, с. 24-48.
3. Плесецов Ю.А. Методика определения и результаты исследования деформационного упрочнения листовых заготовок при их валковой формовке // Удосконалення процесів і обладнання обробки металів тиском в машинобудуванні і металургії / Тематичний збірник наукових праць. – Краматорськ: ДДМА, 2005, с. 442-447.
4. Плесецов Ю.А. Исследование влияния размеров рифлений на изменение геометрических характеристик сечения / Восточно-европейский журнал передовых технологий, №3/1 (15), 2005, с. 43-45
5. Плесецов Ю.А. Исследование механических свойств деформационно упрочненных листовых материалов и специальных гнутых профилей / Вестник НТУ «ХПИ», №12, 2005, с. 15-25.