

УДК 621.771.011:621.771.23

Шпак В. И.
Шевченко В. В.
Суков М. Г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОЦЕССОВ ДРЕССИРОВКИ НА КАЧЕСТВО ОТНОСИТЕЛЬНО ТОНКИХ ЛЕНТ С ПОКРЫТИЕМ

Дальнейшее развитие технологий и оборудования прокатного производства неразрывно связано с применением научно обоснованного подхода к механизмам формирования напряженно-деформированного состояния металла, что в ряде случаев позволяет улучшить основные показатели качества выпускаемой металлопродукции. Данная проблема характерна и для производства относительно тонких лент и полос с покрытиями. Дрессировку применяют для придания холоднокатаному металлу свойств, необходимых для дальнейшей обработки давлением, получения полос и листов требуемой точности, высокой планшетности и требуемого качества поверхности [1]. В ряде случаев, для придания холоднокатаному металлу свойств, необходимых для дальнейшей обработки давлением, также целесообразно применять процесс правки растяжением с изгибом, который аналогичен процессу дрессировки [2].

Целью работы является определение влияния процессов дрессировки и правки растяжением с изгибом на способность лент из оцинкованной стали 08Ю подвергаться деформациям, аналогичным тем, которые ленты претерпевают при их обработке (штамповке).

Дрессировке и правке растяжением с изгибом подвергались ленты из оцинкованной стали 08Ю. Геометрические характеристики лент – $h_0 = 0,59$ мм, $l_0 = 150$ мм, $b_0 = 60$ мм.

Дрессировка тонких лент с покрытием производилась по классической схеме, без смазки, на лабораторном стане 100×100 ДГМА, оснащенным гидравлическим нажимным механизмом (рис. 1). Полосы дрессировались с обжатиями, соответствующими степеням относительной деформации (e) 1,4, 1,7, 2,3, 2,8, 3,1, и 3,5.

Правка растяжением с изгибом производилась на трехроликовой лабораторной правильной машине кафедры «Автоматизированные металлургические машины и оборудование» (АММ) Донбасской государственной машиностроительной академии (рис. 2). При этом правильный узел, включающий в себя нижнюю траверсу 1, на которой жестко размещены два правильных ролика 2, диаметром 20 мм, длиной бочки 50 мм с межосевым расстоянием 65 мм на опорах качения и цилиндрические направляющие 5, сопрягаемые по средством стоек 3, со втулками верхней подвижной траверсы 4, зафиксированной гайками 6, на которой смонтирован аналогичный ролик на опорах качения, установлен на раме с возможностью горизонтального перемещения под действием груза. К заднему краю рамы жестко крепится передний конец обрабатываемой ленты через специальное крепление, на которое наклеены тензодатчики сопротивления с целью измерения усилия переднего натяжения T_1 ленты, к переднему концу которой крепится груз, при помощи которого создается переднее натяжение T_0 . Перемещение верхней подвижной траверсы в вертикальном направлении осуществлялось с помощью нажимных гаек, что обеспечивало требуемое перекрытие рабочих роликов правильной машины.

Собственно правка лент осуществлялась путем задания ее между правильными роликами верхней и нижней траверс, создания перекрытия между образующими поверхностями верхних и нижних правильных роликов. Задний конец полосы жестко фиксировался, переднее натяжение осуществлялось путем перемещения правильного узла под действием приложенного груза F . Массы приложенных грузов составляли – 42, 62, 79 и 100 кг, степень относительной деформации (e) при данных нагрузках составляла 0,0045, 0,0059, 0,0062 и 0,0092 соответственно.

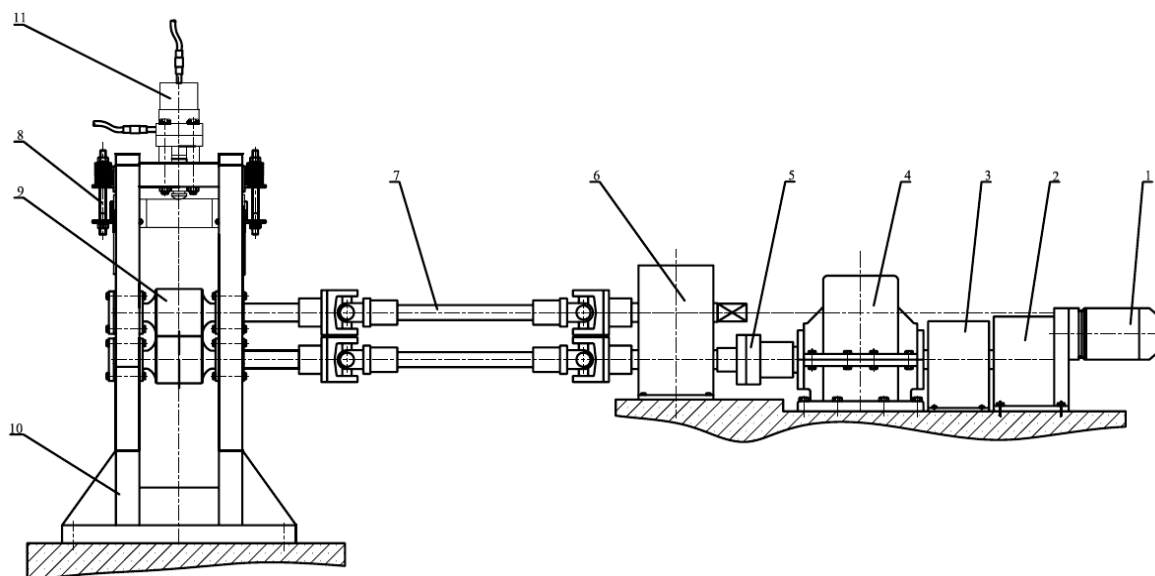


Рис. 1. Общий вид лабораторного прокатного стана 100 × 100 ДГМА:

1 – двигатель; 2 – мотор-редуктор; 3 – муфта; 4 – редуктор; 5 – муфта; 6 – шестеренная клеть; 7 – шпindel; 8 – механизм уравнивания; 9 – валковый узел; 10 – станина; 11 – гидравлический нажимной механизм

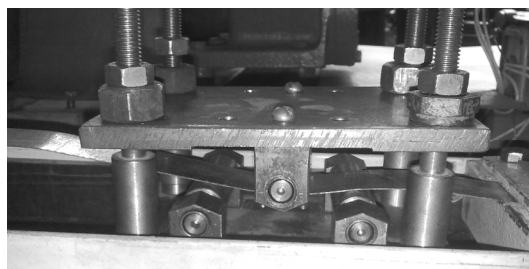
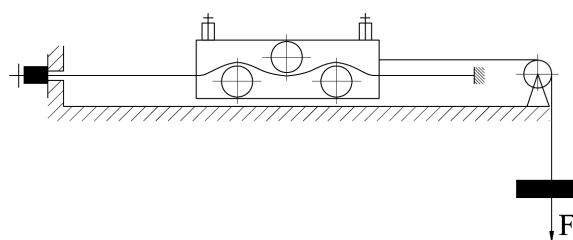
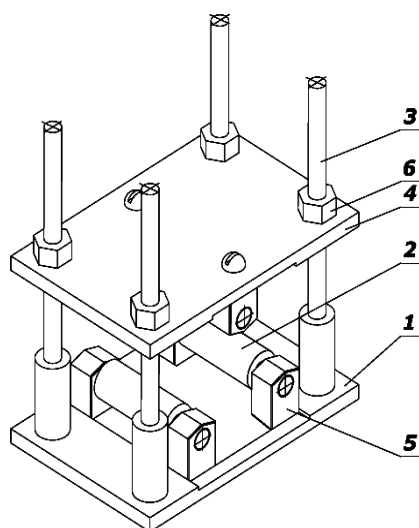


Рис. 2. Общий вид и принцип устройства трехроликовой правильной машины кафедры АММ

Для определения способности деформированных полос подвергаться деформациям, аналогичным тем, которые металл претерпевает при его обработке (штамповке), а так же подтверждения ранее полученных результатов [3], был проведен эксперимент на выдавливание сферической лунки на ручном приборе типа ПТЛ (Эриксона) по ГОСТ 10510-74 [4], схема которого показана на рис. 3. Испытания на выдавливание (вытяжку) сферической лунки предназначены для листового проката и ленты из черных и цветных металлов толщиной от 0,1 до 2,0 мм.

Характеристикой пластичности металла и способности его к вытяжке служит глубина выдавливаемой лунки к моменту образования трещины и уменьшения усилия выдавливания. Одновременно рассматриваются форма разрыва и поверхность материала в вершине сферической лунки.

Хороший доброкачественный металл должен давать:

- глубину вытяжки не ниже норм, указанных в соответствующих стандартах (табл. 1);
- разрыв колпачка по окружности, разрыв в другом направлении указывает на полосатость структуры или дефектов прокатки;
- чистую гладкую поверхность колпачка, что характеризует мелкозернистую структуру металла.

Шероховатая поверхность колпачка свидетельствует о крупнозернистой структуре.

Критерием окончания испытания считается не визуальное установление момента образования трещины на образце, а момент уменьшения усилия выдавливания. Допускается использование квадратных, круглых или полосовых образцов.

Для испытания применяют один из четырех сменных комплектов матриц, прижимных колец и пуансонов (табл. 2). При применении различных комплектов матриц и пуансонов получается различная глубина выдавленных лунок. Обычно испытания проводятся на образцах шириной 90 мм. Другие образцы применяются в случае узкой ленты.

Таблица 1

Глубина выдавливания в зависимости от толщины материала

Наименование материала	Глубина выдавливания, мм									
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
Стальная лента для глубокой вытяжки	8,6	9,5	10,1	10,6	11,0	11,4	11,8	12,1	12,3	12,6
Сталь листовая для глубокой вытяжки	7,3	8,3	8,9	9,5	10,1	10,6	10,9	11,3	11,7	12,2
Медь листовая	9,6	10,5	11,1	11,4	11,8	12,1	12,3	12,6	12,8	13,0
Латунь для глубокой вытяжки	12,8	13,4	13,4	14,2	14,3	14,4	14,5	14,6	14,7	14,7
Латунь обычного качества	11,3	12,2	12,7	13,0	13,3	13,5	13,7	13,8	14,1	14,3
Сталь декапированная	6,6	7,8	8,6	9,2	9,7	10,2	10,6	11,1	11,4	11,8
Цинк	5,2	6,5	7,3	7,8	8,1	8,3	8,4	8,5	8,6	8,6

Таблица 2

Основные размеры сменных комплектов, мм

Ширина образца (ленты)	Диаметр матрицы	Диаметр пуансона
≥ 90	27	20
≥ 50	17	14
≥ 30	11	8
≥ 15	5	3

Общий вид установки по выдавливанию сферической лунки и схемы выдавливания представлены на рис. 3.

В ходе эксперимента фиксировалась глубина вытяжки лунки с помощью датчика линейных перемещений Micropluse BTL5-A11-MO200-P-S32, изображенного на рис. 3, а также усилие выдавливания по средству мездоз. Типовая осциллограмма и результаты экспериментальных исследований по выдавливанию сферической лунки представлена графически на рис. 4, 6. На рис. 5 представлены деформированный (а) и недеформированный образец (б), подверженный испытанию.

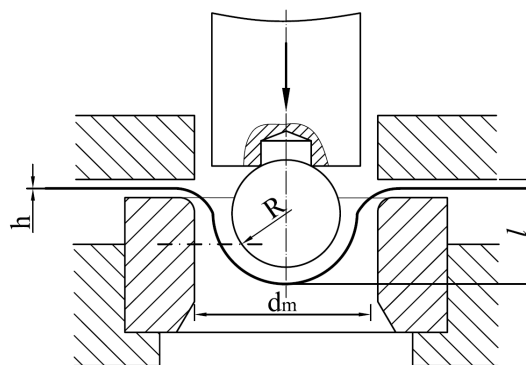


Рис. 3. Схема испытания на выдавливание сферической лунки

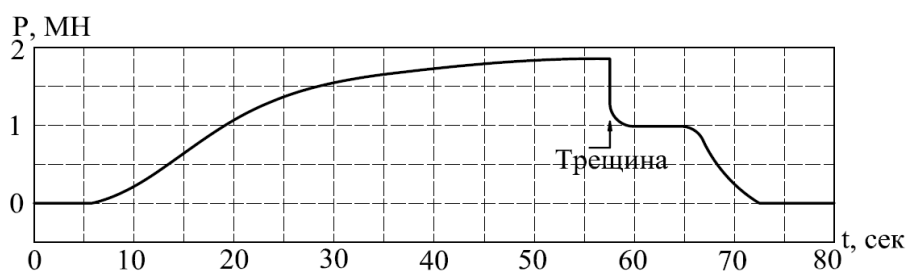
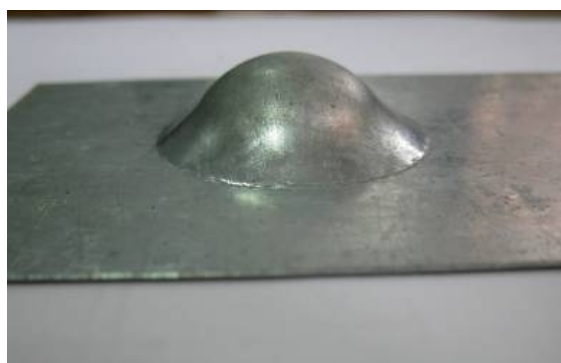


Рис. 4. Типовая осциллограмма процесса

Результаты экспериментальных исследований на перегиб представлены графически на рис. 6.

Экспериментальные исследования по выдавливанию сферической лунки показали, что дрессировке ленты, по классической схеме, наблюдается равномерное улучшение механических свойств покрытия, при степенях относительной деформации $< 0,03$, при больших степенях деформации наблюдается увеличение механических свойств основного слоя полосы.



а



б

Рис. 5. Выдавленные образцы:

а – деформированный образец без дефектов; б – недеформированный образец с образовавшейся трещиной

Правка растяжением с изгибом, в меньшем диапазоне относительных деформаций, оказывает существенное влияние как на покрытие, так и основной слой металла.

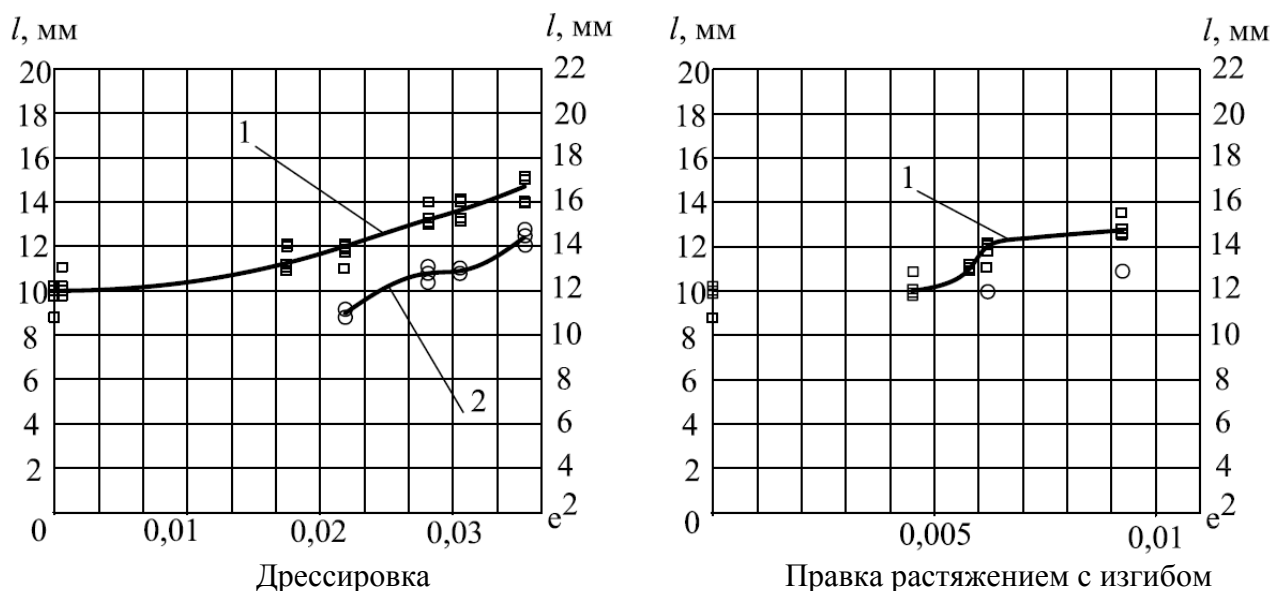


Рис. 6. Влияние степени относительной деформации (e) на глубину выдавливаемой сферической лунки (l):

1 – момент образования трещины на образце; 2 – начало разрушения покрытия

ВЫВОДЫ

Проведенные экспериментальные исследования показали, что процесс дрессировки оказывает существенно влияние на стойкость покрытия, т. к. при малых степенях относительной деформации остаточные напряжения сжатия наблюдаются исключительно в поверхностном слое полосы, о чем говорит большая стойкость покрытия при выдавливании сферической лунки, по сравнению с недеформированными лентами. В то время как процесс правки растяжением с изгибом, при меньших степенях относительной деформации, существенно повышает механические свойства ленты как по всей ее толщине, так и в слое покрытия, что обуславливает развитие методов расчета энергосиловых параметров процесса дрессировки относительно тонких лент и листов с покрытием, а так же выбора оптимальной степени деформации в зависимости от геометрических и механических характеристик подката.

ЛИТЕРАТУРА

1. Третьяков А. В. Дрессировка и качество тонкого листа / А. В. Третьяков, Е. М. Третьяков, Г. Н. Мигачёва. – М. : Металлургия, 1977. – 232 с.
2. Головлев В. Д. Исследование правки растяжением листового металла / В. Д. Головлев // Конструирование, расчет и исследование прокатных станков : сб. науч. трудов. – М. : ВНИИметмаш, 1987. – 126 с.
3. Методика и результаты экспериментальных исследований процесса дрессировки относительно тонких лент с покрытием / В. И. Шпак, В. В. Шевченко, С. М. Никишин, А. А. Сатонин // Обработка металлов давлением : сборник научных трудов. – Краматорск : ДГМА, 2010. – № 3(24). – 256 с.
4. Романовский В. П. Р69 Справочник по холодной штамповке / В. П. Романовский. – 6-е изд., перераб. и доп. – Л. : Машиностроение; Ленингр. отд-ние, 1979. – 520 с., ил.

Шпак В. И. – канд. техн. наук, доц. кафедры АММ ДГМА;

Шевченко В. В. – ассистент кафедры ОПМ ДГМА;

Суков М. Г. – зам. начальника ПАО «НКМЗ».

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск.

ПАО «НКМЗ» – ПАО «Новокраматорский машиностроительный завод», г. Краматорск.

E-mail: amm@dgma.donetsk.ua