

УДК 621.771.01

Добряк С. К.
Котушенко Е. С.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПЛЮЩЕНИЯ С РАЗЛИЧНЫМИ НАТЯЖЕНИЯМИ

Плющенная лента, является высокоточным видом прокатной продукции, из которой изготавливают пружины, пилы, втулки велоцепей и целый ряд других металлоизделий ответственного назначения. Форма боковых кромок плющенной ленты получается закругленной в результате естественного уширения. Так же для данного вида продукции характерна высокая точность результирующих геометрических характеристик.

Сам процесс плющения представляет собой пластическую деформацию проволоки круглого поперечного сечения между двумя вращающимися цилиндрическими валками, при этом учитывается доминирующее влияние поперечного пластического течения металла. Таким образом, в рамках промышленного производства, обеспечение требуемых значений толщины h_k и ширины b_k плющенной ленты осуществляют только за счет выбора соответствующего значения исходного диаметра проволоочной заготовки d_0 , что ограничивает сортамент готовой металлопродукции [1].

Согласно результатам работы [2] одним из технических решений, направленных на расширение сортамента плющенных лент по толщине и ширине при их производстве из проволоки одного исходного диаметра, является изменение конечной ширины, при фиксированной конечной толщине. Это достигается за счет соответствующего целенаправленного изменения величины заднего натяжения деформированной заготовки. Вместе с тем практическая реализация данного технического решения связана с существенным усложнением конструкции намоточно-размоточных устройств плющильных станов и систем их автоматического регулирования.

Другим вариантом регулирования результирующих геометрических характеристик является технологическое совмещение в рамках одного плющильного стана процесса деформации между неприводными рабочими валками (ДНРВ) и процесса последующей симметричной прокатки (СП) [3–5]. Данная технологическая и конструктивная схема совмещения, не требуют установки дополнительных приводов.

Проведенные экспериментальные исследования по выявлению влияния перераспределения обжатий в первой и во второй рабочих клетях при реализации совмещенного процесса плющения свидетельствуют о том, что из заготовки одного и того же диаметра можно получить плющеную ленту различного типоразмера, а увеличение заднего натяжения снижает интенсивность приращения силы плющения [6].

Целью работы является определение влияния различных значений переднего и заднего натяжений при плющении проволоки на интегральные энергосиловые параметры и геометрические характеристики проката.

Экспериментальные исследования были проведены на базе стана 100×100 (рис. 1) в лаборатории кафедры «Автоматизированные металлургические машины» Донбасской государственной машиностроительной академии.

При проведении эксперимента плющению подвергали проволоку диаметром $d_0 = 3$ мм из стали 08кп. Сам процесс плющения осуществлялся сначала без натяжения, затем с передним натяжением T_1 , значение которого изменялось от 120Н до 480Н с шагом 120Н (см. рис. 1, б); затем с задним натяжением T_0 , которое изменялось в том же диапазоне (см. рис. 1, в). Для каждого значения натяжения проводилось плющение с различными относительными обжатиями, которое изменялось в диапазоне от 0 до 0,5. Процесс проходил

без использования технологической смазки. В ходе эксперимента измерялись сила плющения P , моменты на верхнем и нижнем рабочих валках, а также геометрические характеристики (толщина h_1 и ширина b_1) ленты после выхода из клетки плющильного стана.

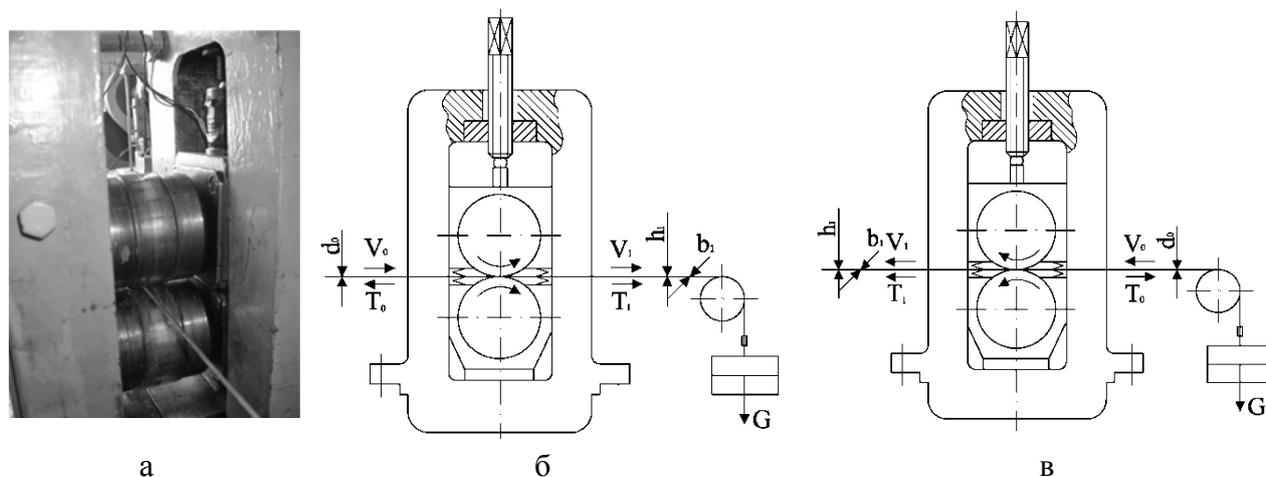


Рис. 1. Общий вид и конструктивная схема экспериментальной установки на базе стана 100 × 100

Тарировку измерителей сил плющения и моментов производили до и после реализации процесса плющения. На рис. 2 в качестве примера представлены технология и результаты тарировки измерителя силы прокатно-плющильного стана 100 × 100. Месдозы, установленные на стане между нажимными винтами и подушками рабочих валков (см. рис. 2) тариговались с помощью гидравлического пресса, их нагружали силой Q_i , величина которой являлась известной, исходя из фиксируемого манометром давления рабочей жидкости в системе.

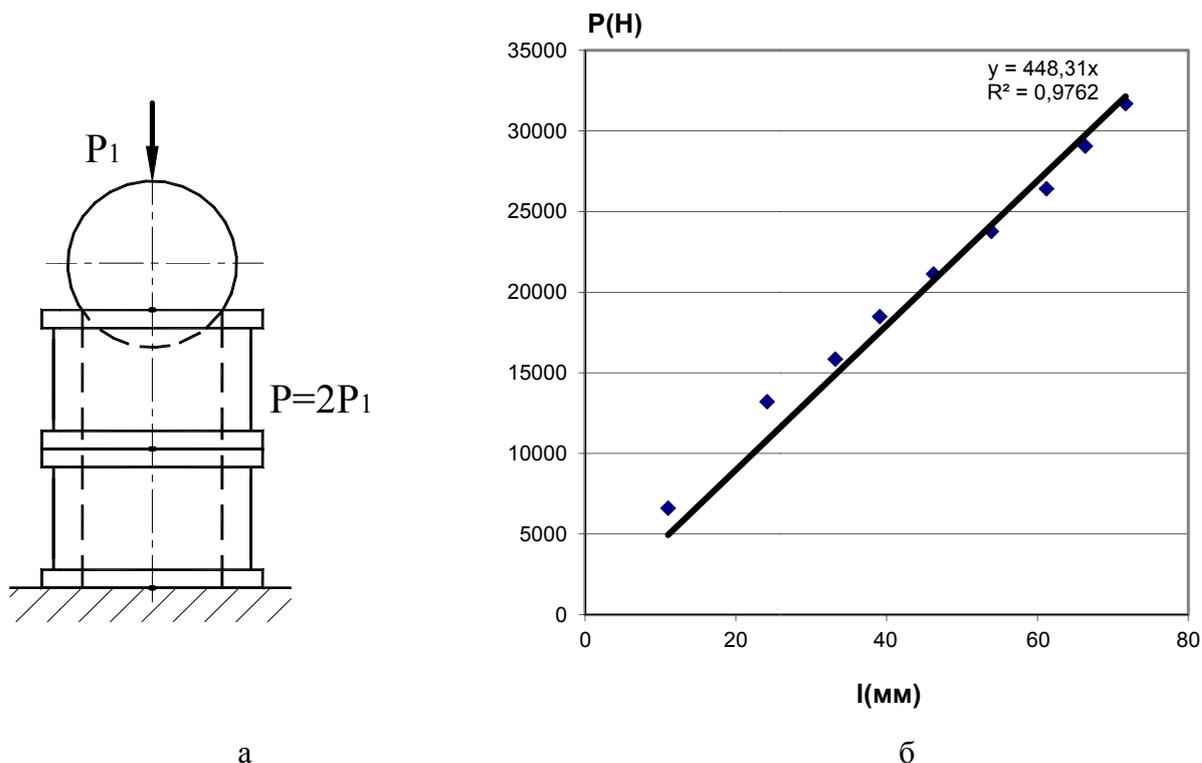


Рис. 2. Технология (а) и результаты тарировки измерителя силы плющения (б)

Одновременно с этим фиксировали и соответствующее отклонение сигнала l_i . Затем давление рабочей жидкости в системе гидравлического нажимного механизма изменяли на соответствующую величину, переходя к силе $Q_{(i+1)}$, фиксировали $l_{(i+1)}$ и так далее. По мере окончания тарировки во всем диапазоне предполагаемых условий реализации, учитывая, что сила плющения $P_i = Q_i$, строили графическую интерпретацию $l = F(P)$ (см. рис. 2, б) и производили аналитическое описание функциональной связи. При помощи данных зависимостей, используя вычислительную технику, производили расшифровку данных, полученных непосредственно при реализации процесса плющения.

Для верхнего и нижнего рабочих валков измеряли величину крутящего момента. Тарировку шпинделей с наклеенными на них тензодатчиками осуществляли с помощью рычага, который нагружался известной нагрузкой. По полученным тарировочным данным проводилась расшифровка результатов замеров крутящих моментов аналогично расшифровке результатов замеров силы плющения.

Сила плющения в ходе экспериментальных исследований не превысила 20 кН, при максимальном относительном обжатии $\varepsilon = 0,5$, а для одних и тех же значений относительного обжатия, но разных значений натяжения, сила плющения изменялась незначительно. Значение суммарного крутящего момента на верхнем и нижнем рабочих валках для обжатия $\varepsilon = 0,5$ не превысило $M_{сум} = 190$ Нм для различных передних и задних натяжений.

По результатам экспериментальных исследований были построены графики зависимости ширины полученной ленты от натяжения для различных значений относительного обжатия (рис. 3). При реализации процесса плющения с задним натяжением T_0 относительные обжатия изменяли от 0,35 мм до 0,5 мм (см. рис. 3, а), так как при меньшем обжатии и высоких значениях натяжения происходило проскальзывание проволоки в рабочих валках.

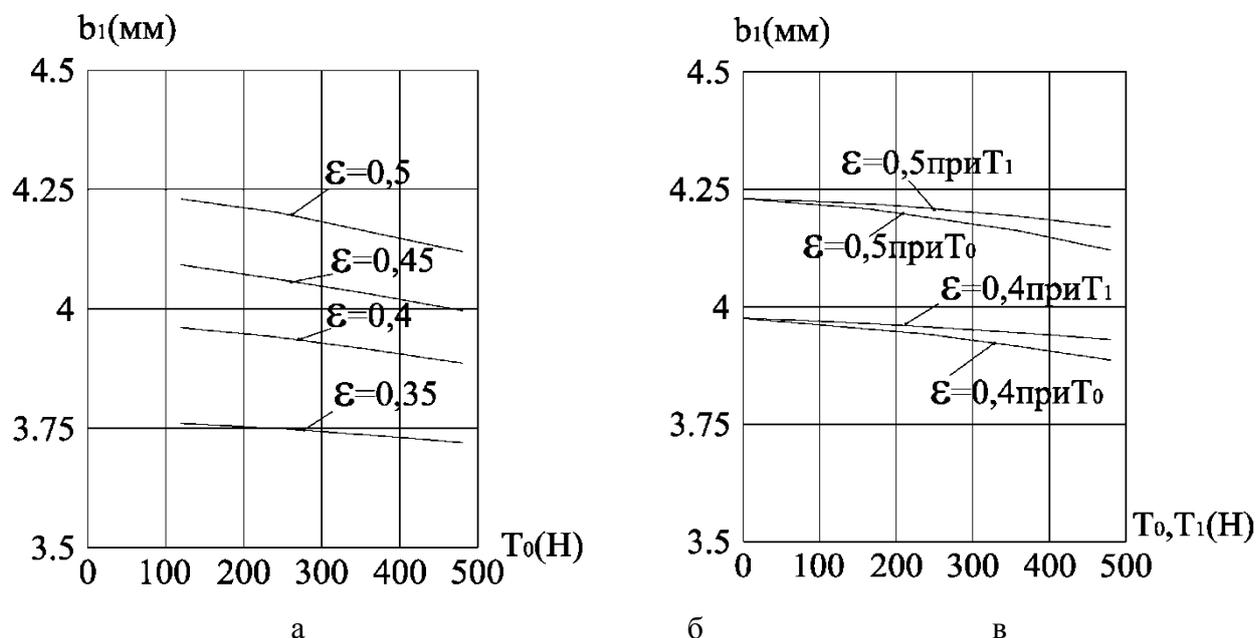


Рис. 3. Эмпирические распределения результирующей ширины ленты b_1 при различных значениях относительного обжатия в зависимости от изменения переднего T_1 (а, в) или заднего натяжения T_0 (б, в) при реализации процесса плющения

Как видно из представленных зависимостей, изменяя натяжение проволоки одного и того же диаметра и при одинаковых значениях относительного обжатия, можно получить ленту различного типоразмера. Причем, с увеличением и переднего, и заднего натяжений

уменьшается ширина получаемого металлопроката. При этом большее влияние оказывает заднее натяжение (см. рис. 3, б). Так при обжатии $\varepsilon = 0,5$ с использованием принудительного изменения только заднего натяжения можно изменять конечную ширину плющеной ленты в диапазоне $b_1 = 4,12 \dots 4,24$ мм, а с применением аналогичного изменения только переднего натяжения ширина плющеной ленты может изменяться в диапазоне $b_1 = 4,17 \dots 4,24$ мм. Таким образом, используя приведенные зависимости (см. рис. 3), можно получить плющеную ленту различного типоразмера из проволоки одного диаметра, выбирая определенные значения переднего или заднего натяжений в зависимости от соответствующей величины относительного обжатия. Именно данную возможность и предоставляют условия реализации процесса совмещенной прокатки между неприводными и приводными рабочими валками.

ВЫВОДЫ

В результате экспериментальных исследований было установлено, что из проволоки одного и того же диаметра можно получить ленту различного типоразмера, изменяя значение относительного обжатия и значение переднего или заднего натяжения, причем большее влияние оказывает заднее натяжение. При одних и тех же значениях переднего или заднего натяжений увеличение ширины плющеной ленты прямопропорционально увеличению обжатия в рабочей клетки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Злотников М. И. *Производство плющеной ленты* / М. И. Злотников. – М. : Металлургиздат, 1951. – 143 с.
2. *Методика, оборудование и результаты экспериментального исследования различных схем процесса плющения* / А. И. Дворжак, С. Н. Грибкова, Д. В. Завгородний, Д. Ю. Михеенко // Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні : зб. наук. пр. – Краматорськ : ДДМА, 2005. – С. 75–78.
3. *Точность геометрических характеристик при реализации совмещенных процессов симметричной и асимметричной прокатки* / В. А. Федоринов, С. К. Добряк, Е. С. Давыденко, В. В. Плеханова // Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні : зб. наук. пр. – Краматорськ : ДДМА, 2003. – С. 41–45.
4. *Совмещение процессов симметричной и асимметричной прокатки как способ повышения точности металлопродукции* / В. А. Федоринов, Ю. К. Доброносков, Е. С. Давыденко, В. В. Плеханова // Сучасні проблеми металургії. Наукові вісті. Том 8. Пластична деформація металів. – Дніпропетровськ : «Системні технології», 2005. – С. 199–203.
5. *Моделирование точности геометрических характеристик при реализации совмещенных процессов асимметричной и симметричной прокатки* / В. А. Федоринов, А. В. Сатонин, Е. С. Давыденко, В. В. Плеханова // Теория и практика производства листового проката : сб. науч. тр. – Липецк : ЛГТУ, 2005. – Часть 2. – С. 48–54.
6. *Экспериментальные исследования процесса плющения в совмещенных рабочих клетях* / С. Н. Грибкова, А. И. Дворжак, Е. С. Давыденко, К. Ю. Юрков // Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні : зб. наук. пр. – Краматорськ : ДДМА, 2006. – С. 202–205.

Добряк С. К. – канд. техн. наук, ассистент каф. ОПМ ДГМА;

Котушенко Е. С. – канд. техн. наук, ассистент каф. ОПМ ДГМА.

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск.

E-mail: katrusja.ko@gmail.com

Статья поступила в редакцию 19.03.2013 г.