

*Канд. техн. наук, проф. Федоринов В.А.  
канд. техн. наук, ст. преп. Дворжак А.И.  
аспирант Давыденко Е.С.  
студент Селедцов А.С.  
(ДГМА, г Краматорск, Украина)*

## **МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА ПЛЮЩЕНИЯ С РАЗЛИЧНЫМИ НАТЯЖЕНИЯМИ**

*Розроблені методика та обладнання з експериментальних досліджень процесу плющення з різними значеннями заднього та переднього натягіння. Отримала кількісний опис можливість додаткового регулювання результуючих геометричних характеристик плющених стрічок за рахунок зміни обтиснення та натягіння.*

**Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.** Плющенная лента, является высокоточным видом прокатной продукции, у которой форма боковых кромок получается закругленной в результате естественного уширения. Так же для данного вида продукции характерна высокая точность результирующих геометрических характеристик. В соответствии с этим из плющенных лент изготавливают пружины, пилы, втулки велоцепей и целый ряд других металлоизделий ответственного назначения.

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].

**Анализ исследований и публикаций.** 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 задне-

го 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]. 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 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 [4].

**Постановка задачи.** Выявление влияния различных значений переднего и заднего натяжений при плющении проволоки на интегральные энергосиловые параметры и геометрические характеристики проката.

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

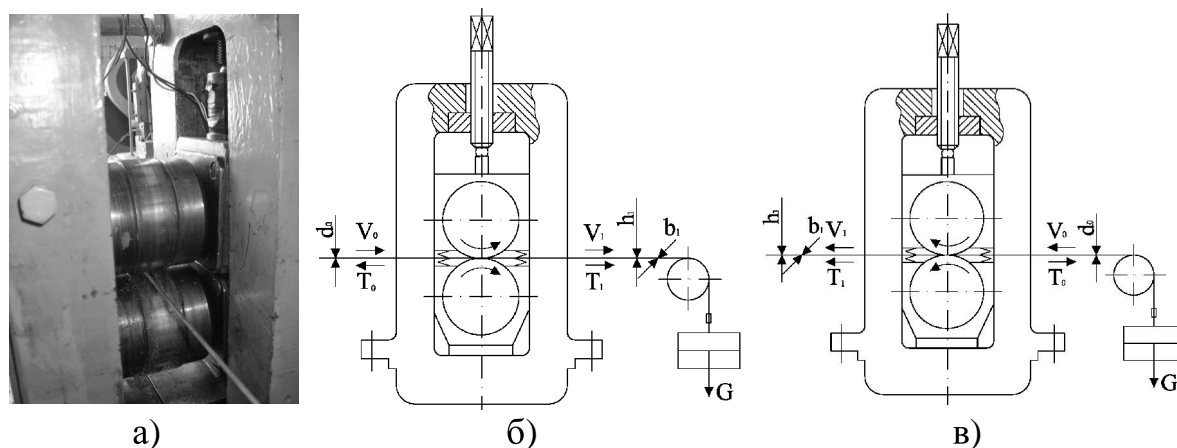


Рисунок 1 – Общий вид и конструктивная схема экспериментальной установки

При проведении эксперимента плющению подвергали проволоку диаметром  $d_0 = 3\text{мм}$  из стали 08кп. Сам процесс плющения осуществлялся сначала без натяжения, затем с передним натяжением  $T_1$ , значение ко-

того 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 валках, а также геометрические характеристики (толщина  $h_1$  и ширина  $b_1$ ) ленты после выхода из клетки плющильного стана.

Тарировку измерителей сил плющения и моментов производили до и после реализации процесса плющения. На рисунке 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) тарировались с помощью гидравлического пресса, их нагружали силой  $Q_i$ , величина которой являлась известной исходя из фиксируемого манометром давления рабочей жидкости в системе.

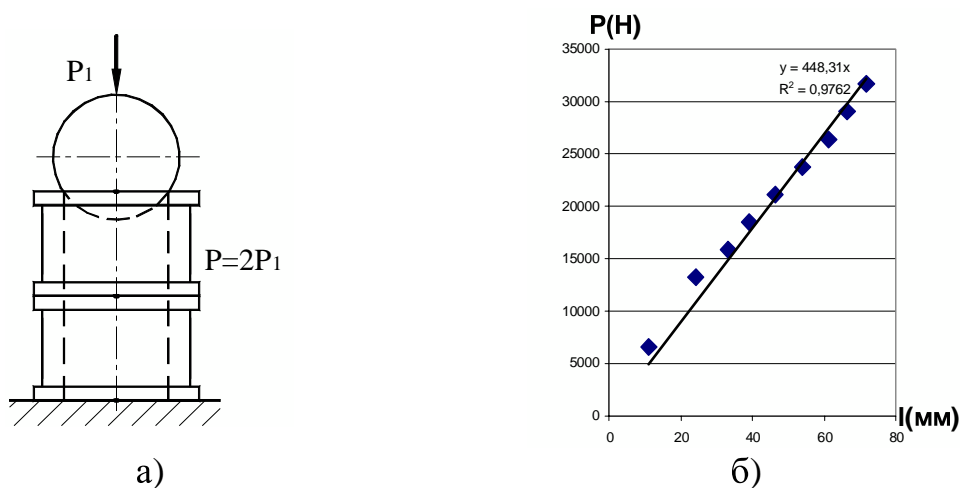


Рисунок 2 – Технология (а) и результаты тарировки измерителя силы плющения (б)

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 20кН, 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  $M_{\text{сум}} = 190\text{Нм}$  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 до 0,5 (см. рис. 3 б), так как при меньшем обжатии и высоких значениях натяжения происходило проскальзывание проволоки в валках.

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 натяжения уменьшается ширина получаемого металлопроката. И заднее и переднее натяжение влияет на изменение геометрических характеристик, но при прочих равных условиях большее влияние оказывает заднее натяжение (см. рис. 3 в).

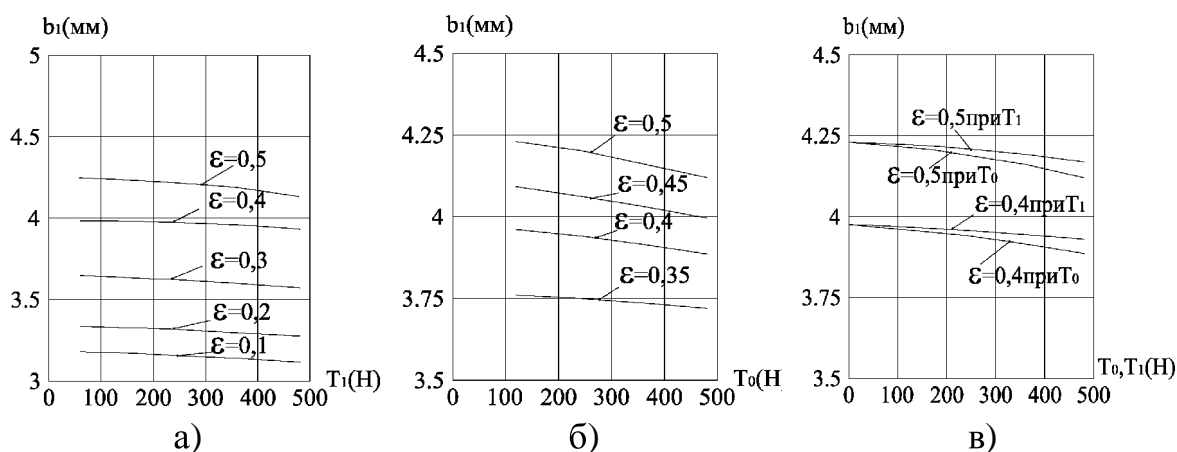


Рисунок 3 – Экспериментальные зависимости ширины плющенной ленты от натяжения при реализации процесса с различными обжатиями

### **Выводы и направление дальнейших исследований.**

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.

*Разработаны методика и оборудование по экспериментальному исследованию процесса плющения с различными значениями заднего и переднего натяжения. Получила количественное описание возможность дополнительного регулирования результирующих геометрических характеристик плющенных лент за счет изменения обжатия и натяжений*

*Technique and equipment of experimental researches of flatting with variable back and front tension are processed. Possibility of regulation resulting geometrical characteristic of flatting band thanks variation deformation and tension schedule are shown.*

### **Библиографический список.**

1. Злотников М.И. Производство плющенной ленты. – М.: Металлургиздат, 1951.- 143с.

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. 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.