

### РАЗДЕЛ III ПРОЦЕССЫ ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ В МЕТАЛЛУРГИИ

УДК 621.771.2

Капанов В. И.  
Чумаков В. П.  
Коренко М. Г.

#### ПУТИ РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЛЮЩЕНОЙ ЛЕНТЫ

Производство плющеной ленты развивается под влиянием строгих требований различных отраслей промышленности на ленту с закругленными кромками.

В настоящее время производство плющеной ленты организовано в сталепроволочных или прокатных цехах металлургических заводов и в заготовительных цехах машиностроительных заводов.

Технология изготовления плющеной ленты сложный и многостадийный процесс. Сортамент плющеной ленты весьма широкий. Толщина ее колеблется от 0,01 до 10 мм и шириной до 30 мм из различных марок сталей и сплавов. Плющеную ленту применяют для изготовления различных деталей автотракторной и авиационной промышленности, в сельскохозяйственном машиностроении, приборостроении и других отраслях [1].

Одними из основных операций являются выбор размеров исходной заготовки и ее подготовка к плющению. В зависимости от геометрических размеров готовой продукции (плющеной ленты) и состава технологического оборудования разрабатывают технологический процесс плющения ленты (определяют кратность деформации по высоте) [2]. Известно, что при прокатке, а плющение есть частный вид продольной прокатки [3], заготовки с одинаковой конечной толщиной и суммарным обжатием уширение будет тем меньше, чем за большее число проходов она прокатывается. Указанное обстоятельство также объясняется на основе закона наименьшего сопротивления. При увеличении числа проходов уменьшается частная величина обжатия, приходящаяся на каждый проход. При этом уменьшаются длина дуги захвата, силы трения и величина сопротивления продольному течению металла. При почти неизменном поперечном напряжении, обеспечивается увеличение вытяжки и уменьшение уширения.

Получение закругленных кромок, которые обеспечивают высокое качество ленты, затруднительно, а в ряде случаев вообще невозможно после соответствующей холодной прокатки, и затем порезке на полосы необходимой ширины. Поэтому в современной промышленности широко применяется процесс плющения.

Следовательно, для разработки рациональной технологии плющения лент необходимо правильно определить размеры исходной заготовки. От ее размеров зависит весь комплекс технологических операций получения плющеной ленты [4]. Главной задачей для разработки режимов обжатий при плющении является определение формы и размеров очага деформации с целью создания таких условий, при которых возможно управлять процессом пластической деформацией, т. е. получение необходимой формы и размеров готовой продукции.

Целью работы является разработка технологии производства плющенных лент методом горячей прокатки – плющением широкого сортамента по ширине, используя минимум технологических операций и заготовок круглого поперечного сечения.

В зависимости от сортамента плющенные ленты производят в заготовительных цехах машиностроительных и приборостроительных заводов, сталепроволочных и прокатных цехах металлургических заводов. Геометрические размеры плющенных лент колеблются

в широких пределах, от нескольких долей миллиметров до нескольких десятков миллиметров с отношением ее толщины к ширине  $1,3 \div 20$  и более путем изменения ее поперечного сечения, от круглого сечения до прямоугольного обжатием перпендикулярно к продольной оси (рис. 1).

В основу требований к плющенной ленте также включены следующие параметры широкий сортамент, как по ширине, так и по толщине, а также по форме боковой форме боковых кромок (рис. 2).

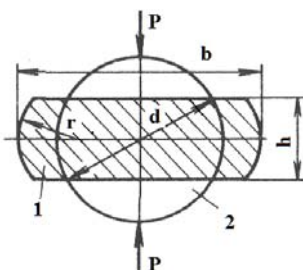


Рис. 1. Схема плющения ленты 1 из профиля 2 круглого поперечного сечения



Рис. 2. Виды форм кромок плющенной ленты

Заготовкой для производства плющенных лент является профиль круглого сечения, произведенный продольной прокаткой или волочением. Выбор формы профиля исходной заготовки для производства плющенной ленты диктуется видом ее поставки. Как правило, поставка исходной заготовки осуществляется в мотках на катушках или в бунтах. Известно, что при сматывании профилей происходит его пластическая деформация и, особенно при сматывании профилей при неподвижном мотке, при котором происходит скручивание профиля вокруг его продольной оси на  $360^\circ$ . Поэтому при производстве плющенных лент малых размеров используют заготовку круглого профиля. При производстве лент в сортопрокатных цехах в качестве заготовки используют прокатный профиль квадратного сечения. Выбор профиля исходной заготовки зависит от геометрических размеров готовой ленты, технологии ее производства и состава технологического оборудования.

Под влиянием постоянно возрастающих требований машиностроительной и приборостроительной промышленности предъявляемые к широкому сортаменту и качеству плющенной ленты технология производства ее из различных металлов и сплавов развивается стремительными темпами и на настоящий момент является весьма актуальной.

Каждый из существующих способов производства плющенной ленты имеют свои особенности, которые диктуются требованиями предъявляемые потребителями.

Наиболее простым и экономичным способом производства ленты является порезка широкой полосы дисковыми ножницами на полосы необходимой ширины. Однако качество полученной полосы не всегда удовлетворяет требованиям потребителя по наличию заусенцев на кромках, состояние поверхности и форме кромок, разнотолщинности отдельных полос, разности по структуре и физико-механическим свойствам отдельных полос и др. Для получения весьма тонких и узких лент такой способ вообще не может быть применим. Поэтому в заготовительных цехах машиностроительных и приборостроительных заводов широко применяется способ плющения профилей круглого поперечного сечения в ленты необходимой толщины и ширины.

Производство ленты путем плющения профилей круглого поперечного сечения в валах с цилиндрической рабочей поверхностью не всегда является рациональным и экономически оправданным.

Для получения широкого сортамента лент по ширине и толщине необходимо иметь и широкий сортамент исходной заготовки. Это объясняется тем, что при плющении, как и продольной прокатке должен соблюдаться закон постоянства объема.

При плющении большая часть металла смещается в продольном направлении и зависит от величины смещенного объема металла в вертикальном направлении, при этом на

уширение идет незначительный смещенный объем. По этому, перед плющением лент для получения необходимых размеров исходной заготовки профили круглого сечения подвергаются волочению с последующей термообработкой.

Способ прокатки ленты, который включает обжатие заготовки круглой формы цилиндрическими валками с гладкой рабочей поверхностью валков к надлежащей толщине от 1 до 5 пропусков [3], а также способ прокатки ленты, который включает обжатие круглой заготовки калибрующими валками или роликами [4] имеют ряд недостатков.

Общим недостатком перечисленных способов является не возможность получения широкого сортамента ленты по геометрическим размерам из заготовки круглого профиля одного размера. Для получения заготовки разных размеров применяют целый комплекс технологической операции по подготовке заготовки к волочению, волочению и обработке. Применение валков с гладкой рабочей поверхностью приводит к неконтролируемому (свободному) уширению раската, которое зависит от многих факторов (диаметра заготовки, диаметра и состояния рабочей поверхности валков, наличие технологической смазки, пластичности и химического состава металла и пр.) [3].

Плющеную ленту, которая предназначена для гибки, штамповки деталей, изготовления труб, учитывая недостатки холодного плющения лучше получать горячей прокаткой – плющением. Применение горячей прокатки – плющения позволит: уменьшить энергозатраты; сократить количество подготовительных операций; исключить применение дорогих масел; увеличить технологическую гибкость. Процесс горячей прокатки – плющения основан на создании таких условий пластической деформации, при которых уширение будет достигать максимальных значений, а изменении формы и размеров заготовки за счет максимального уширения.

Прокатка заготовки круглого профиля в ленту заданной толщины и необходимой, в особенности, ширины происходит следующим образом. После подготовки заготовки к прокатке для равномерного раздела ее задают в разгонный калибр первой клетки таким образом, чтобы вертикальная ось заготовки и вертикальная ось калибра совпадали. Под действием сил, которые возникают от наклонных стенок разгонного гребня, металл заготовки вынужденно больше течет в ширину. Количество проходов зависит необходимой ширины ленты. Применение разгонного калибра приводит к сокращению количества пропусков для получения ленты надлежащей подобающей ширины, а при прокатке заготовки с низкой текучестью металла в холодном состоянии и к сокращению промежуточной операции для термической обработки с целью снятия наклепа на промежуточном профиле.

Для проверки способа прокатки ленты были проведены теоретические исследования и опыты на лабораторном прокатном стане с диаметром валков 127 мм Криворожского металлургического факультета Национальной металлургической Академии Украины прокатке заготовки диаметром  $10 \div 16$  мм, выполненных из свинца.

Для разных условий прокатки ленты были изготовлены валки, на которых были нарезаны разгонные калибры с разной кривизной разрезного гребня калибра. Прокатка в таких калибрах характеризуется разной схемой, определяемой наклоном стенок, соответственно различают прокатку в калибрах с вогнутыми стенками и прокатку в калибрах с выпуклыми стенками – разрезные калибры. Для обеспечения стабильности процесса прокатки необходимо выполнить на поверхности заготовки площадку, которая обеспечит возможность с достаточной точностью расположить разрезной гребень калибра относительно центра заготовки.

Плющение ленты на лабораторном стане показала, что оптимальной формой разрезного гребня в первом пропуске является форма, которая отвечает кривизне самой заготовки. При прокатке в первом пропуске основная пластическая деформация сконцентрирована в центре раската, но благодаря наклонным стенкам разгонного гребня происходит вынужденное уширение раската, чем достигается максимальное уширение раската, и тем самым и необходимой ширины ленты за меньшее количество пропусков. При прокатке во втором и следующих пропусках основная пластическая деформация смещается от центра раската на край, тем самым еще больше увеличивается его уширение.

По результатам исследований было установлено, что при прочих равных условиях с изменением формы разгонного калибра рост уширения интенсивнее и замедляется вытяжка, и чем больше величина обжатия, тем раньше начнется образование выпуклости на боковой

границы раската. Поэтому применение высоких обжатий и применение разгонных калибров способствует уменьшению величины вытяжки и увеличению величины уширения, и, следовательно, снижению количества проходов.

При использовании предлагаемых калибров, параметры деформации представлены в табл. 1.

Таблица 1

## Результаты исследований

Средние значения	Форма калибра № 1	Форма калибра № 2	Форма калибра № 3
Угол захвата	max	ср	min
Давление металла	min	ср	max
Уширение	min	max	ср
Вытяжка	max	min	ср
Поверхностные дефекты	ср	max	min

Учитывая, что для производства плющеной полосы основным является уширение, то оптимальной является форма калибра № 2 с максимальным уширением.

Если при калибровке валков в определенной последовательности использовать разную (рассмотренные в работе) форму калибров, учитывая их свойства, возможно получение новой технологии получения полосы методом «горячей прокатки – плющения».

## ВЫВОДЫ

1. По результатам лабораторных исследований установлено, что, создавая необходимые условия пластической деформации, возможно получение максимального уширения полосы, тем самым расширить сортамент плющенных лент по ширине из минимального сортамента исходных заготовок.

2. Использование разгонных калибров при плющении заготовки круглого поперечного сечения позволяет получить широкий сортамент плющенных лент из минимального сортамента исходных заготовок.

3. В работе рассмотрена разная форма калибров в определенной последовательности для получения полосы горячей прокаткой на мелкосортном стане 250. Определенная схема калибровки валков позволит получать полосу с существенно меньшими энергозатратами, чем при существующей схеме: «горячая прокатка – холодная прокатка»; «горячая прокатка – холодное плющение».

## ЛИТЕРАТУРА

1. Владимиров Ю. В. Производство стальной ленты за рубежом / Ю. В. Владимиров. – М. : Обзорная информация ин-та «Черметинформация», 1974. – 133 с.
2. Диомидов Б. Б. Технология прокатного производства / Б. Б. Диомидов, Н. В. Литовченко. – М. : Металлургия, 1979. – 478 с.
3. Владимиров Ю. В. Производство плющеной стальной ленты / Ю. В. Владимиров, П. П. Нижник, Ю. А. Пуртов. – М. : Metallurgia, 1985. – 119 с.
4. Злотников М. И. Производство плющеной стальной ленты / М. И. Злотников. – М. : Metallurgizdat, 1951. – 143 с.

Капранов В. И. – д-р техн. наук, проф. ПГТУ;

Чумаков В. П. – инженер-металлург, ст. преподаватель КМФ НМетАУ;

Коренко М. Г. – аспирант ПГТУ.

ПГТУ – Приазовский государственный технический университет, г. Мариуполь;

КМФ НМетАУ – Криворожский металлургический факультет Национальной металлургической академии Украины, г. Кривой Рог.

E-mail : aspir @ ua. fm