

**Список литературы:** 1. Определение критических деформаций полок двутавров по условиям устойчивости методом конечных элементов. – Н.Ф. Грицук, Е.Л. Белкин, И.Д. Лубский и др. – В сб.: Сортопрокатное производство, вып. 2. Определение параметров прокатки штрипсов с рифленой поверхностью./ В.Г. Кизиев, Е.Л. Белкин, Ю.Н.М. Диденко и др. – В сб.: Повышение эффективности производства и расширение сортамента горячекатаных профилей. Харьков, 1983, с. 32-40. 3. Андреюк П.В., Тюленев Г.Г. Аналитическая зависимость сопротивления деформации металла от температуры, скорости и степени деформации.- Сталь, 1972, №9, с. 825-828. 4. – Харьков: - УкрНИИМет, 1976, с. 18-22.

**УДК 621.771.2**

**КАПЛАНОВ В. И.**, доктор технических наук, проф., ПГТУ, г. Мариуполь  
**КОРЕНКО М.Г.**, аспирант, ПГТУ, г. Мариуполь.

**СТАРОСТА Н.В.**, зав. лабораториями кафедры Литейно – прокатных технологий, НМетАУ, г. Кривой Рог

## **ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЙ ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ ПЛЮЩЕННЫХ ЛЕНТ В УСЛОВИЯХ МЕЛКОСОРТНЫХ СТАНОВ**

Рассмотрен процесс получения ленты методом горячей прокатки - плющения, с применением разгонных калибров в условиях мелкосортных станов. Предложена энергоэффективная технология производства лент на мелкосортном стане.

Ключевые слова: Плющенная лента, заготовка, расход металла, разгонный калибр, горячая прокатка, боковая кромка.

Розглянуто процес одержання стрічки методом гарячої прокатки -плющення, із застосуванням розгінних калібрів в умовах дрібносортового стану. Запропонована енергоефективна технологія виробництва стрічок на дрібносортовому стані.

Ключові слова: Плющена стрічка, заготовка, витрата металу, розгінний калібр, гаряча прокатка, бічна крайка.

The process of obtaining tapes by hot rolling - flattening with overclocking caliber in small-section mills. Proposed energy-efficient production technology for small-section mill feeds.

Keywords: Flattening tape, billet, consumption of metal, overclocking caliber, hot rolling, lateral edge

### **Введение**

Плющеную ленту применяют для изготовления различных деталей автотракторной и авиационной промышленности, в сельскохозяйственном машиностроении, приборостроении и других отраслях [1].

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. Плющением получают ленту толщиной в пределах от 0,01 мм до 10 мм и малой ширины (не превышает 30 мм) из различных марок сталей и сплавов (табл. 1).

Таблица 1- Размеры плющеной ленты

Группа	Толщина мм	Ширина мм
Толстые размеры	2,5 —7,6	4,0 —15,0
Средние размеры	0,75—2,5	1,0 —13,0
Тонкие размеры	0,20—0,75	0,30— 6,0
Тончайшие размеры	0,03—0,20	0,05— 3,0

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, состоянию 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 применен.

Существующие технологии производства ленты плющением, заключаются в поэтапной деформации заготовки круглого профиля [1-3]

Недостатком таких технологий является постепенное обжатие заготовки круглого профиля цилиндрическими валками, с гладкой рабочей поверхностью валков до требуемой толщины, который выполняют холодной прокаткой со свободным неконтролируемым уширением. Применение валков с гладкой рабочей поверхностью приводит к неравномерной деформации по ширине полосы, наличия внеконтактных зон, которые сосредоточены на ее боковой поверхности. На поверхности металла создается плоско напряженное состояние растяжения, которое приводит к нарушению его сплошности в результате образуются дефекты в виде рванин, трещин и др. Существенным недостатком также является захват металла валками в сосредоточенном месте вала и как следствие местный износ валков, а также невозможное получение широкого сортамента лент по геометрическим размерам из заготовки круглого профиля одного размера. Для получения лент разных размеров по ширине необходимо применять широкий сортament заготовок круглого профиля.

Одними из основных операций являются выбор размеров исходной заготовки и ее подготовка к плющению. Заготовкой для производства плющенных лент является профиль круглого сечения, произведенный продольной прокаткой или волочением. Выбор формы профиля исходной заготовки для производства плющеной ленты диктуется технологией отделки и видом ее поставки. 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  $360^\circ$ . При смотке заготовки на подвижных катушках (бунтах) происходит деформация поверхностных слоев, что приводит к искажению формы и размеров профиля. Поэтому при производстве плющенных лент используют заготовку круглого профиля. Выбор профиля исходной заготовки зависит от геометрических

размеров готовой ленты, технологии ее производства и состава технологического оборудования.

В зависимости от геометрических размеров плющеной ленты и состава технологического оборудования разрабатывают технологический процесс плющения ленты [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 машиностроительной и приборостроительной промышленности широко применяется процесс плющения.

Машиностроительная и приборостроительная промышленности постоянно повышают требования к качеству и более широкому сортаменту плющеной ленты, поэтому исследования направленные на разработку новых технологий производства лент из различных металлов и сплавов является весьма актуальной.

Для получения широкого сортамента лент по геометрическим размерам необходимо иметь и широкий сортамент исходной заготовки. Это объясняется тем, что 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.

Ленту, которая предназначена для гибки, штамповки деталей, изготовления труб, учитывая недостатки холодного плющения лучше получать горячей прокаткой - плющением. Поставленная задача усовершенствования способа изготовления ленты плющением, решается путем новой совокупности операций и последовательности их выполнения, равномерного распределения деформации заготовки круглого профиля, обеспечить создание условий большего пластического течения металла в поперечном направлении, и за счет этого расширить сортамент лент по геометрическим размерам поперечного сечения из заготовки одного размера круглого сечения.

Применение горячей прокатки - плющения позволит: уменьшить энергозатраты, сократить количество подготовительных операций, исключить применение дорогих масел, создать более гибкую технологию производства лент. Процесс горячей прокатки - плющения основан на создании таких условий пластической деформации при которых уширение будет достигать максимальных значений. Изменяя калибровку валков и режимы обжатий можно получать ленты широкого сортамента

Энергоэффективная технология горячей прокатки заготовки круглого профиля в ленту заданной толщины и необходимой ширины происходит

следующим образом (рис. 1). 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 для получения лент различных геометрических размеров зависит от радиуса гребня и радиусов сопряжения гребня с цилиндрической частью валка. Применение разгонного калибра приводит к сокращению количества пропусков для получения ленты надлежащей ширины, а при прокатке заготовки с низкой текучестью металла в холодном состоянии и к сокращению промежуточной операции термической обработке, с целью снятия наклепа на промежуточном профиле.

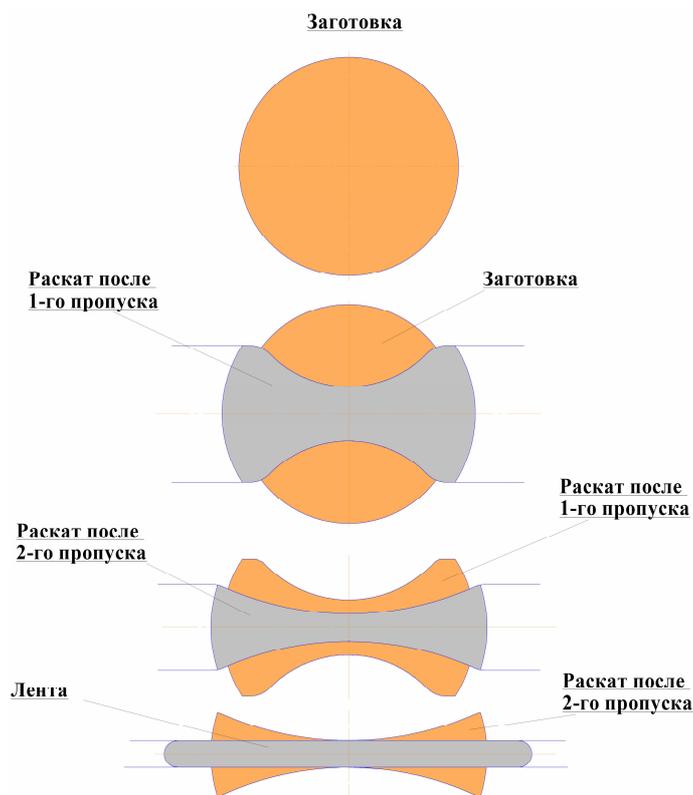
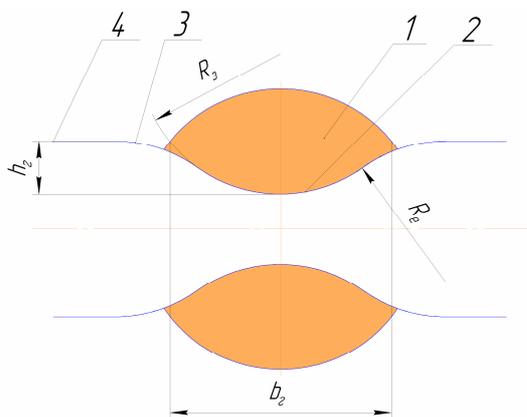


Рис. 1. Схема технологии горячей прокатки заготовки круглого профиля в ленту.

Для проверки способа прокатки ленты были проведены теоретические исследования и опыты на лабораторном стане с диаметром валков 50 мм. Были прокатаны заготовки диаметром 10 мм, выполненные из свинца. Для разных условий плющения ленты изготовлены валки, на которых были нарезаны разгонные калибры с разными радиусами гребня и радиусами сопряжения гребня с цилиндрической частью валка (рис. 2).



- 1 – прокатываемый металл,
- 2 – разгонный гребень,
- 3 – элементы соединения,
- 4 – цилиндрическая часть валков.

Рис. 2. Разгонный калибр

Исследования проведенные на лабораторном стане показали, что в первом пропуске оптимальной формой разрезного гребня является такая форма и размеры, при которой радиус гребня и радиусы сопряжения гребня с цилиндрической частью валка соответствует радиусу 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 интенсивнее изменяется рост уширения и замедляется вытяжка. Поэтому применение разгонных калибров способствует уменьшению величины вытяжки и увеличению величины уширения, а, следовательно, снижению количества проходов.

### 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 геометрическим размерам 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.

**Список литературы:** 1. Владимиров Ю.В. Производство стальной ленты за рубежом / Ю.В.Владимиров. - М.: Обзорная информация ин-та «Черметинформация», 1974. – 133с. 2. Владимиров Ю.В. Производство плющенной стальной ленты / Ю.В.Владимиров, П.П.Нижник, Ю.А.Пуртов. - М.: Металлургия,1985. - 119 с. 3. Злотников М.И. Производство плющенной стальной ленты / М.И. Злотников. - М.: Металлургиздат, 1951. - 143 с. 4. Диомидов Б.Б., Литовченко Н.В. Технология прокатного производства / Б.Б. Диомидов, Н.В. Литовченко М.: Металлургия,1979. - 478 с. 5. Патент 53391 UA, МПК В21В 1/02. Спосіб виготовлення стрічки плющенням / Капланов В. І., Чумаков В. П., Коренко М. Г., Староста Н. В. - № u201002663; заявл. 10.03.2010; опубл. 11.10.2010, бюл. № 19 – 2 с.