

Б.П. Середа ⁽¹⁾, зав. кафедрою, д.т.н., професор

В.У. Григоренко ⁽²⁾, професор, д.т.н

Т.В. Критська ⁽¹⁾, професор, д.т.н

І.В. Кругляк ⁽¹⁾, доцент, к.т.н.

В.І. Іващенко ⁽¹⁾, доцент, к.т.н.

А.М. Онищенко ⁽¹⁾, аспірант

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРИ ТА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТРУБ, ОДЕРЖАНИХ ЗА ХОЛОДНОЮ ПІЛЬГЕРНОЮ ПРОКАТКОЮ

⁽¹⁾ Запорізька державна інженерна академія,

⁽²⁾ Національна металургійна академія України, м. Дніпропетровськ

Рассмотрено изменение структуры и физико-механических свойств в процессе получения труб по пильгерной технологии.

Розглянуто змінювання структури та фізико-механічних властивостей під час одержання труб за пільгерною технологією.

Вступ. Виготовлення холоднодеформованих труб займає особливе місце у технології прокатного виробництва, що обумовлено підвищеними вимогами до їх якості та складністю технологічного процесу, який передбачає різні види обробки. Удосконалення виробництва зазначених труб здійснюють шляхом створення нових високопродуктивних процесів та обладнання, що оснащено сучасними засобами автоматизації.

Процес холодної періодичної прокатки у валках використовують, в основному, під час виробництва готових тонкостінних труб середнього та великого діаметрів, а також заготовок для подальшого роликової прокатки або волочіння. В даний час, за холодної прокатки труб з металів і сплавів, які важко деформуються, ступінь деформації сягає 80 %, а для пластичніших матеріалів і вище [1].

У процесі холодної пильгерної прокатки труб на стані ХПТ формується робочий конус деформації [2], початковий розмір якого дорівнює зовнішньому діаметру заготовки, а кінцевий розмір – зовнішньому діаметру труби. Один цикл прокатки здійснюють за подвійний хід кліті, який включає прямий і зворотний хід.

Зазначений процес прокатки здійснюють двома способами. Перший і найбільш поширений спосіб передбачає подавання заготовки (ділянка подавання) перед прямим ходом, а перед зворотним ходом проводять кантування труби (ділянка зіву повороту). Згідно другому способу, який все ширше застосовують останнім часом, подавання та поворот заготовки здійснюють перед прямим і зворотним ходом.



Рисунок 1 – Досліджувана заготовка труби, що прокатана на стані ХПТ-55
за маршрутом $57 \times 7,5 \Rightarrow 31 \times 3,5$

Кожний поперечний переріз труби-заготовки послідовно та багато разів піддають обтиску у валках від розмірів заготовки до розмірів готової труби. Деформацію кожного перерізу здійснюють як за прямим, так і зворотним ходом кліті.

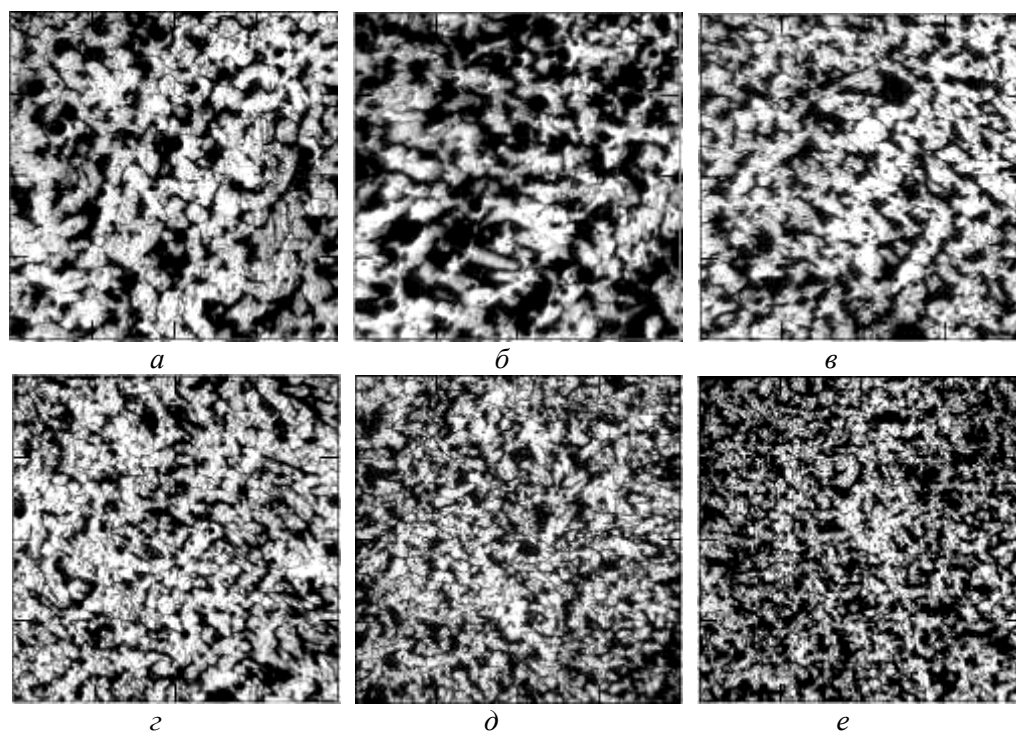
Останніми роками під час виробництва труб з неіржавіючих марок сталей і сплавів використовують оправки з криволінійною утворюючою.

Наявність значної пластичності металу під час холодної прокатки труб є можливою завдяки наступним чинникам:

- використанню заготовки з металу, що пройшов рекристалізаційне відпалювання;
- високому дробу деформації та сприятливій схемі напруженого стану.

Дослідження змінювання структури та твердості металу за довжиною робочого конуса є необхідними для експертної оцінки процесу [3] та використання результатів під час розробки технології прокатки.

Постановка завдання. Завданням проведеного дослідження є вивчення змінювання мікроструктури та твердості металу за довжиною робочого конуса, відібраного від стану ХПТ-55.



а - $\varepsilon = 0\%$ $HV = 123$; *б* - $\varepsilon = 13,36\%$ $HV = 149$; *в* - $\varepsilon = 30,78\%$ $HV = 196$;
г - $\varepsilon = 42,33\%$ $HV = 212$; *д* - $\varepsilon = 56,88\%$ $HV = 232$; *е* - $\varepsilon = 66,18\%$ $HV = 240$

Рисунок 2 – Структура частин труби, що розрізана, та фазовий склад, $\times 100$

Основна частина досліджень. Робочий конус відбирали під час прокатки труби із сталі 20 за маршрутом $57 \times 7,5 \Rightarrow 31 \times 3,5$, де 57 і 31 – відповідно початковий і кінцевий діаметр, мм, 7,5 і 3,5 – відповідно початкова та кінцева товщина стінки труби, мм.

Для вивчення змінювання структури металу та твердості металу під час холодної пільгерної прокатки робочий конус розрізали на чотирнадцять частин з кроком 50 мм (рис. 1). Було здійснено обмірювання товщини стінки та діаметру труб на торці кожної частини робочого конуса. На підставі цих геометричних обмірювань розраховували величину деформації металу в місці кожного торця патрубків.

Приготування шліфів для дослідження мікроструктури [4] здійснювали на шліфувальних і полірувальних верстатах з використанням паст ГОІ, подальше травлення зразків виконували у 3 %-му водному розчині азотної кислоти. Вивчення та фотографування мікроструктури зразків проводили на металографічному мікроскопі «Neo-phot 2».

Встановлено, що фазовим складом зразків (рис. 2) є суміш фериту (білі зерна) та перліту (чорні зерна). Спостерігається суттєве змінювання величини зерна.

Величину зерна визначали відповідно до ГОСТ 5639-82. Дані про величину балу зерна за перерізами робочого конуса подано у табл. 1.

Таблиця 1 – Змінювання балу зерна сталі 20 за довжиною робочого конуса
(маршрут 57 x 7,5 $\Rightarrow$ 31 x 3,5)

Номер перерізу	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Бал зерна	6	6	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8

Наступним етапом дослідження було проведення вимірювань твердості сталі за Брінеллем на торці кожного патрубку. На рис. 3 наведено залежність змінювання твердості сталі 20 під час збільшення деформації. Значення твердості в кожному дослідженому перерізі труби вимірювали на установці ТШ-2Т.

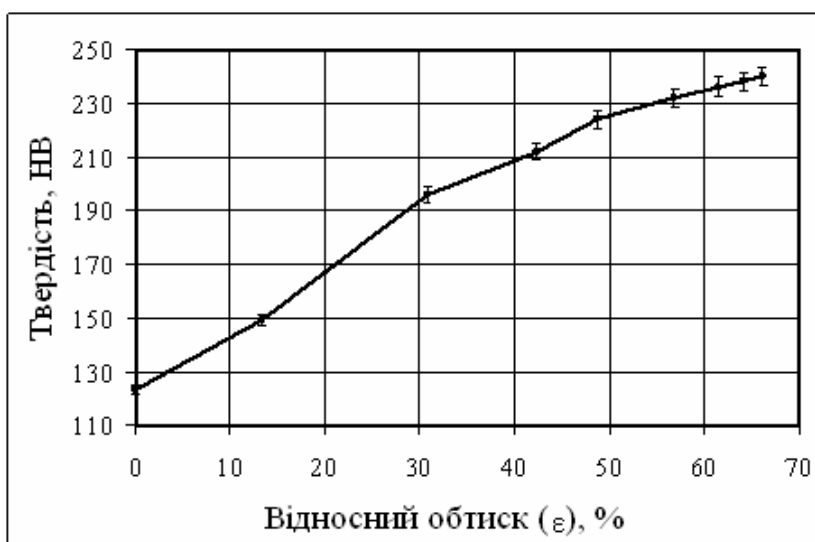


Рисунок 3 – Змінювання твердості за довжиною робочого конуса під час холодної пільгерної прокатки

Змінювання деформації металу за довжиною робочого конуса під час холодної пільгерної прокатки труб на стані ХПТ-55 за маршрутом 57 x 7,5 $\Rightarrow$ 31 x 3,5, що одержано на підставі експериментальних вимірів діаметру та товщини стінки на торцях патрубків, подано на рис. 4.

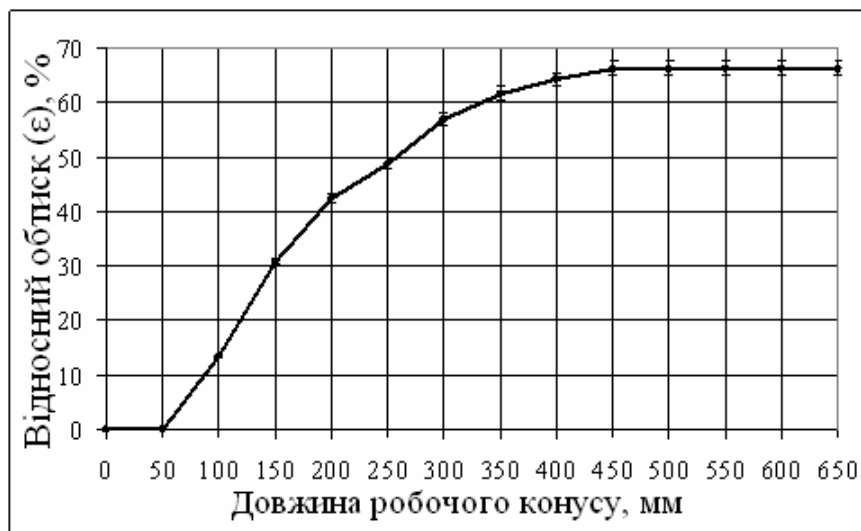


Рисунок 4 – Змінювання величини деформації за довжиною робочого конусу

Початкова заготовка має відпалену структуру, значні однорідні ферито-перліт-ні зерна та твердість за Брінеллем HB 123 (рис. 2,а і 2,б).

При деформації з $\epsilon = 13,36\%$ (рис. 2,в) відбувається збільшення твердості до 149 HB, а також первинні змінювання у структурі металу: зерна починають витягуватися у напрямі деформації, що найпомітніше під час деформації $\epsilon = 30,78\%$ (рис. 2,г).

Під час збільшення деформації до $\epsilon = 66,18\%$ (рис. 2,д) твердість зростає до 240 HB, спостерігаються роздроблені зерна, які витягуються у напрямі прокатки. Структура стає дрібнозернистою, розмір зерен фериту та перліту є практично однаковими.

Висновки

Дослідження змінювання структури та твердості сталі 20 за довжиною робочого конуса під час прокатки труб на стані ХПТ-55 за маршрутом $57 \times 7,5 \Rightarrow 31 \times 3,5$ показали, що неоднорідні за величиною та формою зерна метала заготовки кардинально змінюються та витягуються у напрямі прокатки. Після прокатки сталь має 8-й бал зерна.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Середа Б. П.* Прокатне виробництво: [навчальний посібник з грифом МОНУ] / Б. П. Се-реда. – Запоріжжя: РІО ЗДІА, 2008. – 312 с.
2. *Григоренко В. У.* Холодная пильгерная прокатка труб: [Учебное пособие] / В. У. Григорен-ко. – Днепропетровск: НМетАУ, 2006. – 48 с.
3. Экспертная оценка процесса холодной пильгерной прокатки труб / В. У. Григоренко, Б. П. Середа, А. С. Нагний, И. В. Кругляк // Металургія: наукові праці ЗДІА. – Запоріжжя: РВВ ЗДІА, 2006. – Вип. 13. – С. 80-86.
4. *Середа Б. П.* Металознавство та термічна обробка чорних та кольорових металів: [Підруч-ник] / Б. П. Середа. – [2-изд.]. – Запоріжжя: РВВ ЗДІА, 2008. – 302 с.

Стаття надійшла до редакції 14.12.2010 р.
Рецензент, проф. В.М. Михайлін