

УДК 621.774

Гаврюшов О. А.
Харитонов О. П.
Постный В. О.

ПОЗДОВЖНЯ РІЗНОСТІННІСТЬ ПРИ ГАРЯЧІЙ ПІЛЬГЕРНІЙ ПРОКАТЦІ ТРУБ

При прокатці труб на пілігримовому стані утворюється поздовжня різностінність, яка характеризується різницею значень середньої товщини стінки по довжині труби [1]. На різностінність впливають такі фактори, як: початкова температура гільзи, конусність дорна та його температурне розширення, геометричні розміри труби, марка сталі труби, що прокатується, режими деформації (калібровка пілігримових валків, швидкість їх обертання, величина подачі), твердість системи «валки – натискний пристрій – пільгеркліть» [2]. Зменшення поздовжньої різностінності труб дозволяє збільшити продуктивність стану в метражі та створює можливості прокатки по уже сточеним допускам [3].

Метою даної роботи є вплив температури гільзи на поздовжню різностінність.

Експериментальні дослідження зусиль на валки при пілігримовій прокатці, виконані О. П. Чекмарьовим і В. С. Рудим, показали, що середні нормальні напруження безперервно збільшуються по мірі прокатки (від початку захоплення до виходу труби з пілігримового стану), це пов'язано з тим, що метал підстигає, в момент захвату температура металу більша, ніж попередніх шарів, отже і пластичний стан переднього кінця більше ніж заднього кінця труби [4].

Для визначення максимальних величин середніх нормальних напружень (при виході кінця бойка на лінію центрів валків) рекомендується наступна формула:

$$P_{cp} = K_{\theta}(68,7 - 0,045t - 0,3m - 0,5S_m),$$

де t – температура кінця прокатки, °С;

m – величина подачі, мм;

S_m – товщина стінки труби, мм;

K_{θ} – коефіцієнт кута повороту валка.

Для прокатки бойком:

$$K_{\theta} = 0,5 + 0,00714\theta_{п}.$$

Повне зусилля на валки можна визначити по відомим площі горизонтальної проекції поверхні контакту металу з валками і середньому нормальному напруженню:

$$P = p_{cp} \times F_{г}, H.$$

Горизонтальна проекція площі контакту в миттєвому осередку деформації:

$$F_{г} = \eta \cdot d_{cp} \sqrt{2R_{x_{cp}} \Delta Sx}, \text{ мм}^2,$$

де $\eta = 0,96 \dots 1,13$ – коефіцієнт форми контактної поверхні;

d_{cp} – середній діаметр калібру миттєвого осередку деформації;

$R_{x_{cp}}$ – середній радіус валка по вершині калібру в миттєвому осередку;

ΔSx – обтиснення по стінці в миттєвому осередку деформації.

Температура на початку прокатки складає 1150 °С, встановлено градієнт 50 °С:
 $t_1 = 1150$ °С; $t_2 = 1100$ °С; $t_3 = 1050$ °С; $t_4 = 1000$ °С; $t_5 = 950$ °С.

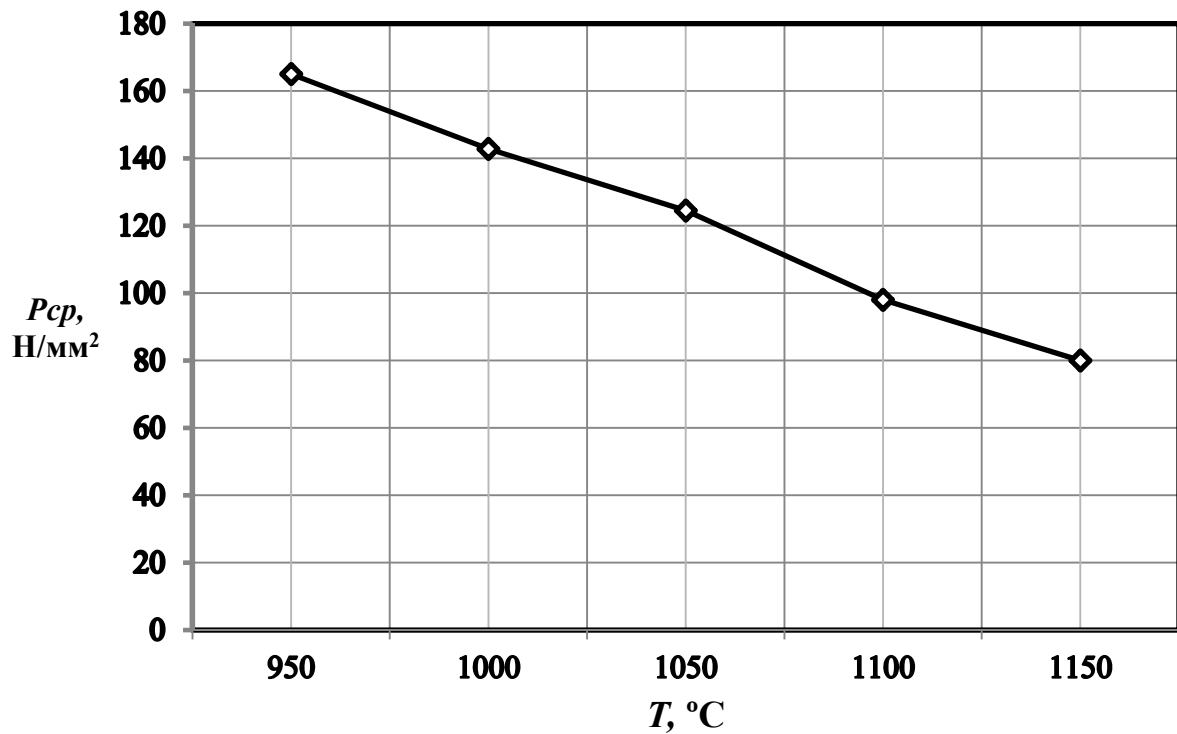


Рис. 1. Графік залежності середнього нормального напруження (P_{cp} , Н/мм²) від температури прокатки (T , °С)

Повне зусилля металу на валки (рис. 2).

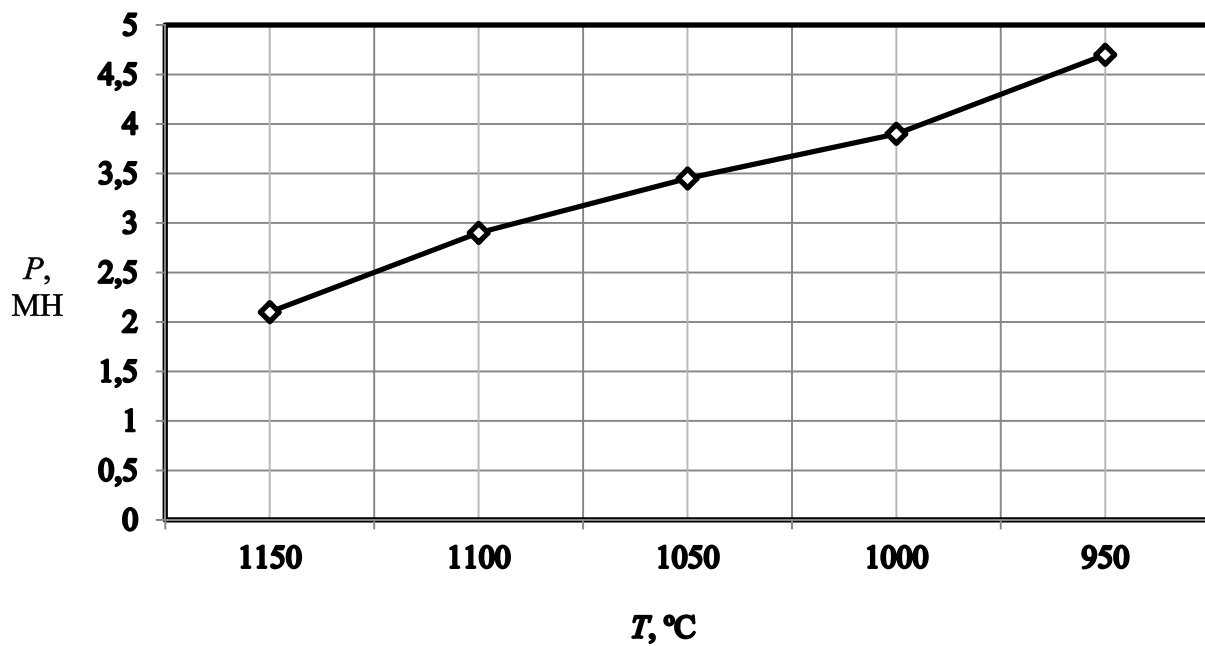


Рис. 2. Залежність величини повного зусилля (P , МН) від температури (T , °С)

На рис. 3 зображено залежність напруження текучості (σ_T , Н/мм²) від температури (T , °С) по Трет'якову-Зюзіну.

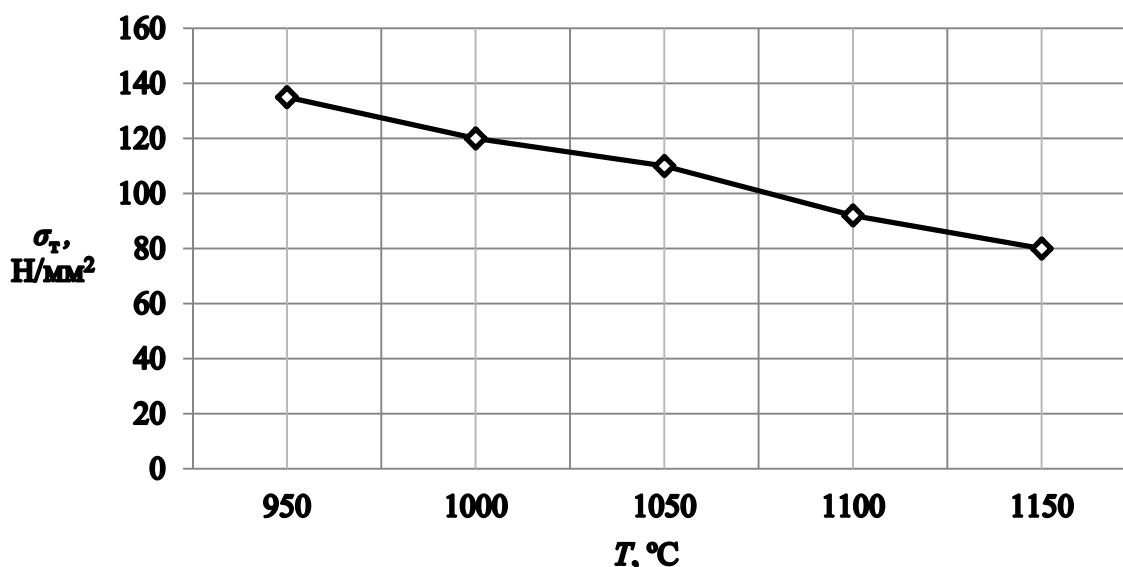


Рис. 3. Залежність напруження текучості (σ_T , Н/мм²) від температури (T , °С) [5]

Зусилля металу на валки сприймається підшипниками, підп'ятниками натискних гвинтів, подушками, натискними гвинтами, гайками та станиною. У процесі прокатки ці напружені деталі пружно деформуються, причому сумарна величина пружної деформації змінюється в залежності від зміни зусилля металу на валки. Це виникає із-за різної товщини стінки гільзи, яка розкатується на дорні, внаслідок поступового підстужування гільзи к кінцю прокатки. Таким чином, в процесі прокатки робоча кліть, подібно пружині, змінює зазор між валками і дорном, визиваючи відхилення товщини стінки прокатої труби.

Величина деформації (розтягання) стійки станини під дією сили $P_1/2$:

$$f_1 = \frac{P_1 l_2}{2EF_{\text{ст}}},$$

де P_1 – повне зусилля металу на валки, Н;

l_2 – довжина нейтральної лінії стійки, яка складає $l_2 = 4363$ мм;

E – модуль пружності матеріалу станини, який складає $E = 2 \times 10^5$ Н/мм²;

$F_{\text{ст}}$ – площа перетину стійки, яка складає $F_2 = 0,276$ м².

Деформація двох поперечин під дією згинаючих моментів:

$$f_2 = f_2^\alpha - f_2^\beta; \quad f_2^\alpha = \frac{P_1 l_1^3}{48EI_1}; \quad f_2^\beta = \frac{M_0 l_1^2}{8EI_2},$$

де l_1 – довжина нейтральної лінії поперечки, яка складає $l_1 = 2000$ мм;

I_1 та I_2 – момент інерції перетину верхньої та нижньої поперечки, який складає $I_1 = 6,31 \times 10^{-2}$ м⁴; $I_2 = 3,3 \times 10^{-2}$ м⁴;

M_0 – максимальний момент у середині поперечки, який складає $M_0 = 1350,7$ кНм.

Деформація поперечини від дії поперечних сил:

$$f_3 = \frac{1,2Pl_1}{2GF_{\text{ст}}},$$

де G – модуль зсуву, який складає ($G = 0,75 \times 10^5$ Н/мм²).

Загальна деформація станини:

$$f_{\text{ст}} = f_1 + f_2 + f_3, \text{ мм.}$$

Для пілігримових станів величина пружної деформації не повинна перевищувати 0,3–0,7 мм.

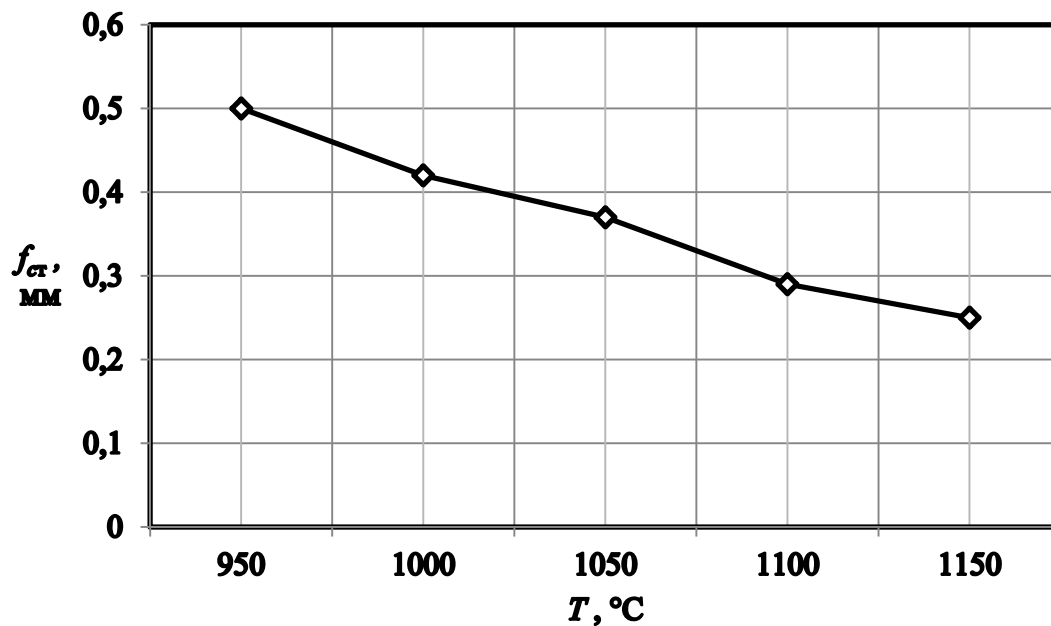


Рис. 4. Залежність пружини станини ($f_{ст}$, мм) від температури (T , °C)

ВИСНОВКИ

Розглянуто вплив температури металу на поздовжню різностінність труб. В роботі показано, що середні нормальні напруження безперервно збільшуються по мірі прокатки (від початку захоплення до виходу труби з пілігримового стану), це пов'язано з тим, що метал підстигає, в момент захвату температура металу більша, ніж попередніх шарів, отже і пластичний стан переднього кінця більше ніж заднього кінця труби.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Василев Я. Д. *Теория продольной прокатки : учебник / Я. Д. Василев, А. А. Минаев. – Донецк : УНИТЕХ, 2010. – 456 с.*
2. Пути снижения расхода металла на пилигримовых трубопрокатных установках / Угрюмов Ю. Д., Дрожжа П. В., Губинский А. В. [и др.] // *Сучасні проблеми металургії. Т. 11 : Пластична деформація металів : Наук. вісті. – Дніпропетровськ, 2008. – С. 216–222.*
3. Данченко В. М. *Теория процесів обробки металів тиском / В. М. Данченко, В. О. Гринкевич, О. М. Головка. – Дніпропетровськ : Пороги, 2008. – 370 с.*
4. Друян В. М. *Теория та технологія трубного виробництва : підручник / В. М. Друян, Ю. Г. Гуляєв, С. О. Чукмасов. – Дніпропетровськ, РВА «Дніпро – VAL», 2000. – 587 с.*
5. Третьяков А. В. *Механические свойства металлов и сплавов при обработке давлением / А. В. Третьяков, В. И. Зюзин. – 2-е изд. – М. : Металлургия, 1973. – 224 с.*

Гаврюшов О. А. – магістр НМетАУ;

Харитонов О. П. – студент НМетАУ;

Постний В. О. – канд. техн. наук, доц. НМетАУ.

НМетАУ – Національна металургійна академія України, м. Дніпропетровськ.

E-mail: alegat2011@yandex.ru

Стаття надійшла до редакції 18.01.2012 р.