

## УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄМУ І ПОВЕРХНІ ОСЕРЕДКУ ДЕФОРМАЦІЇ ПРИ ПРОКАТУВАННІ

Для покращення технологічних режимів прокатування металовиробів пропонується удосконалити методику розрахунку об'єму та поверхні осередку деформації, що утворюється при обтисненні через те, що існуюча методика має певну кількість допущень для спрощення розрахунків, що знижує їх точність. В роботі пропонується новий підхід до визначення параметрів прокатування штаб та листів, що дозволить виявити закономірності зміни деформормацийних і кінематичних чинників.

Під час прокатування утворюється об'єм осередку деформації (рис.1), від якого залежать витрати енергії на процес та якісні показники отриманих виробів.

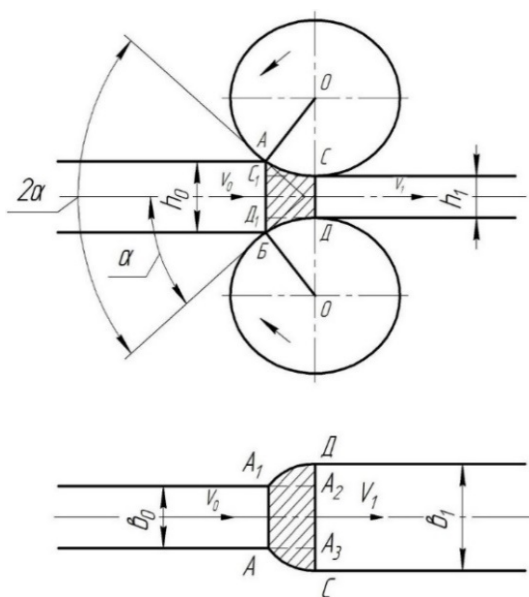


Рис. 1 - Схема до визначення його об'єму осередку деформації за середньої площею перерізів штаби і розкату та відстані між ними з відрахуванням площі двох сегментів:  $b_0$ ,  $h_0$  - відповідно ширина і висота розкату до обтиснення;  $b_1$ ,  $h_1$  – ширина та висота розкату після обтиснення;  $\alpha$  – кут захоплення;  $R$  – радіус прокатних валків;  $V_1$  – швидкість входу в осередок деформації;  $V_2$  – швидкість виходу з осередку деформації; АСБГ – осередок деформації

Саме в цьому осередку відбуваються усі процеси перетворення матеріалу: зменшується площа поперечного перерізу розкату, змінюється його висота та ширина, відбувається подовження виробу. Такі процеси можливі завдяки тому, що здійснюється пластична деформація, за рахунок чого відбувається нагрівання матеріалу, змінюються розміри зерен та границі між ними, що впливає на структуру матеріалу.

Було визначено коефіцієнти та параметри осередку деформації, виявлено зміни, що відбуваються при обробці в цьому осередку, взаємний вплив показників на сам об'єм осередку деформації від якого залежать витрати енергії на процес прокатування. Це дало підстави удосконалити методику визначення об'єму і поверхні осередку деформації за рахунок дослідження відповідних параметрів та їх взаємодії. Проведені дослідження дозволили встановити нову залежність для визначення об'єму осередку деформації за середньої площею перерізів штаби  $b_0h_0$  і розкату  $b_1h_1$  та відстані між ними в напрямку прокатування та відрахування площі двох сегментів.

Ця залежність має вигляд:

$$V_{\text{од}}^1 = \frac{b_0h_0 + b_1h_1}{2} R \sin \frac{\alpha_y}{2} - 2F_{\text{сег}} \frac{b_0 + b_1}{2} = 0,5b_0h_0R \sin \frac{\alpha_y}{2} \left[ 1 + \frac{b_1h_1}{b_0h_0} + \frac{R}{h_0} \left( 1 + \frac{b_1}{b_0} \right) \left( 1 - \frac{0,0174 \frac{\alpha_y}{2}}{\sin \frac{\alpha_y}{2}} \right) \right], \quad (1)$$

$F_{\text{сег}}$  – сегменти, що утворюються прокатними валками

Було досліджено вплив вихідних параметрів на об'єм осередку деформації, що дозволило враховувати ці дані для розрахунку об'єму осередку деформації на основі вхідної заготовки.

$$V_{\text{од}}^2 = 0,5b_0h_0R \sin \frac{\alpha_y}{2} \left[ \frac{b_1}{b_0} \left( 1 - \frac{h_1}{h_0} \right) - \frac{3h_1}{h_0} - 1 + \frac{2R}{h} \left( 1 - \frac{0,0174 \frac{\alpha_y}{2}}{\sin \frac{\alpha_y}{2}} \right) \right]. \quad (2)$$

В подальшому було визначено вплив коефіцієнтів і параметрів на основі прокатаного розкату, що дозволило знайти оновлений вплив на об'єм осередку деформації. Знайдено нову залежність для визначення об'єму осередку деформації  $V^3$  на основі прокатаного розкату.

$$V_{oo}^3 = 0,5b_0h_0R \sin \frac{\alpha_y}{2} \left[ 2 + \frac{2b_1R}{b_0h_0} \left( 1 - \frac{0,0174 \frac{\alpha_y}{2}}{\sin \frac{\alpha_y}{2}} \right) \right] \quad (3)$$

Було проаналізовано об'єм металу, що зміщується під час прокатування. Це дозволило встановити нову залежність для визначення об'єму осередку деформації  $V_{od}^4$  на основі параметрів вихідного розкату з відрахуванням сумарного об'єму зміщеного металу:

$$V_{oo}^4 = 0,5b_0h_0R \sin \frac{\alpha_y}{2} \left[ 1 + \frac{h_1}{h_0} + \frac{R}{h_0} \left( 1 - \frac{0,0174 \frac{\alpha_y}{2}}{\sin \frac{\alpha_y}{2}} \right) \left( 1 + \frac{b_1}{b_0} \right) \right] \quad (4)$$

Проаналізувавши отримані формули, виявлено, що складові формули об'єму осередку деформації можна розділити на дві складові частини А+В. Це дозволило встановити, що складова В залишається постійною і дорівнює 2,1. Виконано перевірку адекватності наведених формул.

Використовуючи вище наведені залежності, визначено час перебування металу в осередку деформації за формулою:

$$\tau = \frac{V_{одср}}{v_0 F_0}, \quad (5)$$

де  $V_{одср}$  - об'єм осередку деформації середній при повному режимі;  $v_0$  - швидкість металу (м/с)

Швидкість утворення нової поверхні при прокатуванні:

$$v_{\Delta h} = \frac{\Delta F}{\tau}, \quad (6)$$

де  $\Delta F$  – приріс нової поверхні.

Таким чином, було удосконалено методику визначення об'єму і поверхні осередку деформації за рахунок отримання нових залежностей впливу режимів обтиснення на осередок деформації, що дає можливість з більшої точністю виконувати розрахунки параметрів осередку деформації. Перевірка адекватності отриманих залежностей для визначення об'єму осередку деформації показала можливість похибки менше 1%, а відношення швидкостей металу на вході і виході осередку деформації менше 5%, що свідчить про достатню точність пропонуємих формул.

### Список літератури

1. Васильєв Я.Д. Теорія поздовжньої прокатки / Я.Д. Васильєв, О.А. Мінаєв. – Підручник. – Донецьк: УНІТЕХ, 2009. – 488 с.

2. Технологія процесів прокатного виробництва: Навчальний посібник /Чубенко В.А., Хіноцька А.А. – Кривий Ріг: Видавець Чернявський Д.О., 2019 – 203 с.

УДК 669.14

**В. А. Чубенко, Л. Н. Саїтгарєєв**

Криворізький національний університет, Кривий Ріг

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ВНУТРІШНЬОЇ БУДОВИ МЕТАЛУ ТА ЇЇ ПОВЕДИНКИ ПІД ЧАС ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ**

Структура металів у твердому стані складається з зерен та границь між ними, від яких залежить якість внутрішнього шару матеріалу та його механічні властивості.

Досліджено внутрішню структуру металічного сплаву та її поведінку під час пластичної деформації. В результаті досліджень встановлено площу поверхні зерен, об'єм міжзернової поверхні, частку міжзернового аморфізованого об'єму, що дозволило виявити залежність геометричних параметрів внутрішньої структури сталі від розміру зерен (табл. 1). Запропоновано границю зерен вважати аморфною.

Таблиця 1 – Залежності геометричних параметрів внутрішньої структури сталі від розміру зерен

Бали зерна	Розмір зерна, м $\times 10^{-6}$	Площа поверхні зерен, $(\text{м}^2/\text{м}^3)\times 10^3$	Об'єм міжзернової поверхні $(\text{м}^3/\text{м}^3)\times 10^{-3}$			Частка міжзернового аморфізованого об'єму		
			0,8*	0,6	0,3	0,8	0,6	0,3
12	5,6	1077,03	430,8	323,1	161,5	43,1	32,3	16,2
10	11,2	538,545	215,4	161,55	80,8	21,1	16,2	8,1
8	22,4	269,3	107,7	80,8	40,4	10,8	8,1	4,0
6	45	135,84	54,3	40,4	20,3	5,4	4,1	2,0
4	90	68,04	27,2	20,4	10,2	2,7	2,0	1,0
2	125	34,41	13,7	10,3	5,1	1,4	1,0	0,5
1	250	24,0	9,6	7,2	3,6	1,0	0,7	0,36