

УДК 621.771.06-11

В. М. Самохвал^{1*}, к.т.н., доцент, ORCID 0000-0003-0585-7225**О. С. Васильєв**¹, здобувач третього рівня вищої освіти**Р. В. Концедал**¹, здобувач третього рівня вищої освіти**Є. В. Стасько**¹, здобувач третього рівня вищої освіти¹ Дніпровський державний технічний університет

* Автор для листування: volsamokhval@gmail.com

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ДІАМЕТРІВ ВАЛКІВ ПО КЛІТЯМ ПРУТКОВИХ ТА СТРИЖНЕВИХ ПРОКАТНИХ СТАНІВ

Анотація. Метою роботи є розробка методики обґрунтованого вибору діаметрів валків за клітями пруткових та стрижневих прокатних станів. З аналізу співвідношень діаметрів валків та розмірних параметрів розкатів існуючих станів, виявлено прямо пропорційну залежність між діаметрами валків та логарифмом площі перерізу розкату по клітях станів. Пропонована методика зводиться до визначення діаметрів валків як добутку коефіцієнту пропорційності та логарифму площі перерізу розкату по клітях з наступним усередненням у межах підгрупи, де площа змінюється не більше ніж у три рази. Рекомендоване значення коефіцієнту пропорційності становить 60.

Ключові слова: діаметр валків, прутковий прокатний стан, стрижневий стан, група клітей стану, дрововий блок, площа поперечного перерізу.

Посилання для цитування: Обґрунтування вибору діаметрів валків по клітях пруткових та стрижневих прокатних станів / В. М. Самохвал, О. С. Васильєв, Р. В. Концедал, Є. В. Стасько // *Фундаментальні та прикладні проблеми чорної металургії*. 2025. Вип. 39. С. 333-346. <https://doi.org/10.52150/2522-9117-2025-39-21>

Постановка проблеми

Витрати на валки, як основний робочий інструмент процесів прокатування, становлять вагомий частку операційних витрат. Від вибору матеріалу та розмірних параметрів валків, дотримання відповідних умов їх застосування, організації робіт валкового господарства, де забезпечується відновлення та облік валків, значною мірою залежать техніко-економічні показники виробничих процесів та конкурентоздатність продукції. Тому всі перелічені аспекти застосування прокатних валків зберігають свою актуальність.

© В. М. Самохвал, О. С. Васильєв, Р. В. Концедал, Є. В. Стасько, 2025



Це стаття відкритого доступу за ліцензією CC BY-NC-ND 4.0
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode.uk>

За оцінками [1], світове споживання готової сталеві продукції у 2024 році склало 1793 млн. т, за обсягів виготовлення сталі 1882,6 млн. т. З цього обсягу прокату найбільшу частку становить довгомірна продукція у вигляді арматури, стрижнів, профілів, а саме 879 млн. т (49 %). Обсяги споживання плоского прокату становили 717 млн. т (40 %), а труб – 197 млн. т (11 %). Із загального обсягу споживання довгомірного прокату арматурні профілі та стрижні (катанка) складають близько 80 %. За прогнозами, тенденція зростання виробництва довгомірного прокату збережеться до 2030 року. Тому, в умовах стабільного зростання галузі, збільшується актуальність поліпшення техніко-економічних показників виробничих процесів. Одним із напрямків такої діяльності є підвищення ефективності використання валків та зменшення витрат на валкове господарство, як вагомої складової операційних витрат. Ефективність використання валків закладається ще на етапі вибору їх розмірних параметрів. Тому розробка методики обґрунтованого вибору розмірних параметрів валків, зокрема для станів довгомірного прокату, є надзвичайно важливою задачею.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Як стверджується на сайті одного з виробників прокатних валків [2], розмірні параметри валків станів довгомірного прокату визначають, виходячи з таких чинників:

- властивостей металу, що прокатується (температурний режим, сила прокатування, рівень твердості);
- розташування робочих клітей та обраної послідовності калібрів (умови захвату та силові параметри для чорнових клітей, зносостійкість та якість поверхні для чистових);
- умови тертя (матеріал валків та швидкісний режим, які визначають умови захвату);
- умови охолодження валків.

На сайті стверджується, що для пруткових станів діаметри валків змінюються у межах від 300 до 600 мм, а для чистових дровових блоків діаметри «обмежено до 200 мм».

За даними [3], для станів довгомірного прокату, що спеціалізуються на виготовленні профілів простої форми, таких як прутки та стрижні, основними критеріями вибору розмірів валків названо: умови захвату, міцність валків та їх зносостійкість. Згідно розрахунків, з умов захвату розкату валками відношення діаметру валків до початкової товщини розкату, показник $B = D / h_0$, становить: для чорнових клітей 3,75; для клітей проміжних груп – 6,67; для чистових груп – 9,6. Для типових розмірів розкатів діаметри валків становлять, відповідно, 600, 460 та

288 мм., з урахуванням округлення, рекомендовані значення показника B становлять приблизно 4, 7 та 10, відповідно для чорнових, проміжних та чистових груп клітей. Також в роботі [3] запропоновано використання додаткового параметру – показника технологічної ефективності як відношення коефіцієнтів видовження та розширення. Згідно цього критерію, максимальний діаметр валків в чистових клітях повинен становити 320 мм.

Розмірні параметри валків, на прикладі кількох сучасних пруткових та дротових станів, проаналізовано в роботі [4]. Межі зміни діаметрів валків станів, які розглянуто в роботі, становлять: для чорнових груп від 650 до 450; для чистових від 280 до 390. Встановлено, що показник B для цих станів змінюється в діапазоні від 3,75 до 38,5. Відношення діаметрів шийок та бочки валків суттєво зменшено і становить від 0,40 до 0,57. Показано, що на пруткових станах використовують від 3 до 5 типорозмірів валків, а для дротових блоків додатково використовують 1 або 2 типорозмірів валків. Доведено, що за критерієм зносостійкості діаметри валків чистових груп пруткових станів повинні становити не менше 350 мм.

У доповнення до розмірних параметрів валків станів, наведених в роботі [4], слід виділити окремі стани з нетиповим складом обладнання. Зокрема, стан пропонується китайською фірмою Xi'an Hani Tech Co. Ltd, призначений для виготовлення прутів, дротових стрижнів та дрібних профілів із заготовки перерізом 150x150 мм і довжиною до 12 м. Стан має у складі 22 робочі кліті та дротовий блок [5]. Діаметри валків по групах станів становлять: чорнова: 4 кліті з валками 750 мм та 2 кліті з валками 600 мм; проміжна: 2 з валками 600 мм та 4 з валками 480 мм; чистова група – 10 клітей з валками 380 мм. Дротовий блок оснащений модулями з валками 285 та 230 мм. До особливостей стану слід також віднести високий коефіцієнт переточування валків — у чорновій групі зазначений діаметр у 750 мм є максимальним, а допустимий мінімальний діаметр наведено 520 мм [5]. Тобто, коефіцієнт переточування становить близько 30 %, в той час для сталевих валків звичайних станів цей показник не перевищує 20 %, а для чавунних валків становить від 10 до 15 %.

Інший стан, виробництва китайської фірми HANGJI, має класичну пруткову лінію у складі 6 клітей чорнової групи з валками діаметром 550 мм, 6 клітей 450 проміжної групи та 6 клітей 320 чистової групи [6]. Лінія прокатування стрижнів оснащена окремо встановленими двома Н-V клітями з валками 285 мм та чистовим блоком, який має 3 модуля з валками 230/210 мм та 5 модулів з валками 170/150 мм.

У висновках роботи [4] відзначається, що наведений діапазон зміни параметру B «зміщено у бік менших значень, у порівнянні з наведеним

у літературі». Але навіть такий зменшений діапазон зміни цього показника, а також значні коливання значень в залежності від розмірів розкату, свідчить, що використання показника B для вибору діаметрів валків є недостатньо обґрунтованим. Використання такого показника, разом з іншим, який визначають як $A = D / h_L$, є коректним для станів плоского прокату [7]. Для станів довгомірного прокату, для яких характерно суттєва зміна обох розмірів поперечного перерізу, використання показників у вигляді відношення діаметру валків до розмірів розкату не забезпечує коректного розв'язання зворотної задачі з визначення діаметрів валків. Це обумовлено значним впливом інших параметрів процесу. Тому, для обґрунтованого вибору діаметрів валків станів довгомірного прокату необхідно використання параметрів, які б більш однозначно визначали залежність діаметру від комплексу технологічних параметрів процесу.

Формулювання мети дослідження

Метою роботи є розробка методики обґрунтованого вибору діаметрів валків по клітях пруткових та стрижневих прокатних станів. Розробка методики включає аналіз показників у вигляді відношення діаметрів валків та поточних значень початкової та кінцевої товщини розкатів та площі їх перерізу для існуючих прокатних станів. Основною задачею досліджень є виявлення параметрів, які з достатньою точністю відображали б залежність діаметрів валків від геометричних параметрів розкату.

Виклад основного матеріалу

Для встановлення існуючих співвідношень між розмірами розкатів та діаметром валків по клітях станів виконаємо моделювання типового процесу прокатування для прокату мінімальних розмірів, тобто катанки діаметром 5,5 мм.

Для типових пруткових та стрижневих станів характерним є використання послідовного розташування клітей з розділенням їх на декілька груп, зменшення діаметру валків від чорнових до чистових груп. Загальна кількість клітей пруткових станів може становити від 16 до 22, в залежності від розмірів заготовки та мінімальних розмірів готового прокату. Але найбільш поширеними є стани у складі 18 клітей, розділених на три групи по 6 клітей у кожній. Стрижневі стани, в сортаменті яких присутня катанка діаметром від 5,5 до 16 мм, зазвичай утворюють, додаючи до пруткового стану дрововий блок з десяти модулів з консольними валками. Можливо також використання кількох блоків, наприклад обтискного, з кількістю модулів від 6 до 8, та калібрувального, у складі 4 модулів [8].

На більшості пруткових та стрижневих станів використовують

квадратні заготовки з стороною 150, 155 або 160 мм. Тобто, розміри заготовок змінюються у досить вузькому інтервалі, а загальна кількість клітей (проходів) змінюється досить істотно – від 26 до 32. Найбільшого поширення набули стани з кількістю клітей пруткової лінії 18 та стрижневої лінії 10.

Для моделювання типового процесу прокатування визначимо розміри заготовок, виходячи з оптимального швидкісного режиму. Швидкість прокатування катанки діаметром 5,5 мм для більшості станів становить 110 м/с. Мінімальна швидкість прокатування в першій чорновій кліті, за умов забезпечення захвату та стійкості валків, становить 0,1 м/с. Отже, за швидкісним режимом прокатування сумарне видовження становить

$$\lambda_{\Sigma} = 110/0,1 = 1100.$$

За такого сумарного видовження для прокатування катанки діаметром 5,5 мм, з площею перерізу в холодному стані 23,76 мм², потрібно застосовувати заготовку з площею перерізу

$$A_0 = 23,76 \cdot 1100 = 26134, \text{ мм}^2$$

що відповідає стороні квадратної заготовки 161,7 мм.

Отже, для прокатування катанки мінімальних розмірів оптимальною є заготовка з стороною 160 мм. З урахуванням закруглень площа перерізу такої заготовки буде дорівнювати 25570 мм².

Для типових стрижневих станів діаметр підкату, що надходить у десятимодульний дротовий блок, становить 17 мм. Отже для пруткової лінії сумарне видовження, за умови використання заготовки перерізом 160×160 мм, становитиме 112,65, а для дротового блоку 9,554. Розподілимо отримані сумарні видовження по клітках стану. Для клітей пруткової лінії призначаємо коефіцієнти видовження по групах: чорнова – 1,32; проміжна – 1,30; чистова – 1,28. Для дротового блоку коефіцієнт видовження по модулях призначимо 1,253.

За визначеними у такий спосіб коефіцієнтами видовження розраховуємо площу перерізу розкатів по клітках стану та приблизні розміри розкатів. Для парних проходів розкат має форму круга, а для непарних – овалу. Розміри овалів визначаємо, виходячи з припущення, що відношення осей овальних розкатів $C_{b/h}$ дорівнює 2. За такого відношення розміри овального розкату визначаються за формулами:

$$h_{ov} = \sqrt{\frac{4 \cdot A_i}{\pi \cdot C_{b/h}}}; \quad b_{ov} = C_{b/h} \cdot h_{ov}, \quad (1)$$

де A_i – площа поперечного перерізу розкату в i -му проході.

Результати розрахунків зводимо до табл. 1. Зауважимо, що отриманий режим прокатування є лише моделлю для аналізу співвідношень розмірів розкату та діаметрів валків. Для реальних режимів прокатування для визначення розмірів розкатів використовують ітераційну процедуру, що включає призначення видовження, визначення розмірів калібрів, призначення зазорів, розрахунок розширення та, за потреби, уточнення розмірів калібрів.

Таблиця 1 – Розрахунковий режим прокатування.

N	Видовж. lam	Площа Ai	Товщина d (h)	Ширина b	LN(Ai)	Зміна площі
0		25570	160	160	10,15	
1	1,32	19371,21	111,05	222,10	9,87	2,3
2	1,32	14675,16	136,69	136,69	9,59	
3	1,32	11117,55	84,13	168,26	9,32	
4	1,32	8422,38	103,56	103,56	9,04	
5	1,32	6380,59	63,73	127,47	8,76	2,99
6	1,32	4833,78	78,45	78,45	8,48	
7	1,30	3718,29	48,65	97,31	8,22	
8	1,30	2860,23	60,35	60,35	7,96	
9	1,30	2200,17	37,43	74,85	7,70	2,86
10	1,30	1692,44	46,42	46,42	7,43	
11	1,30	1301,88	28,79	57,58	7,17	
12	1,30	1001,44	35,71	35,71	6,91	
13	1,28	782,38	22,32	44,64	6,66	2,73
14	1,28	611,23	27,90	27,90	6,42	
15	1,28	477,53	17,44	34,87	6,17	
16	1,28	373,07	21,79	21,79	5,92	
17	1,28	291,46	13,62	27,24	5,67	2,10
18	1,28	227,70	17,03	17,03	5,43	

Динаміка зміни розрахункової площі перерізу по клітках пруткового стану показано на рис. 1. Використовуючи умову зменшення площі перерізу в 2,3—3,0 рази, наведену на рисунку криву, можемо розділити на п'ять умовних ділянок зміни площі. Тобто, в межах кожної такої ділянки площа перерізу змінюється не більше ніж у три рази і тому, для кожного такого діапазону зміни площі перерізу розкату, можуть бути використані валки однакового діаметру. В

результаті отримуємо обґрунтування поділу клітей пруткового стану на п'ять підгруп або п'ять типорозмірів клітей за діаметрами валків.

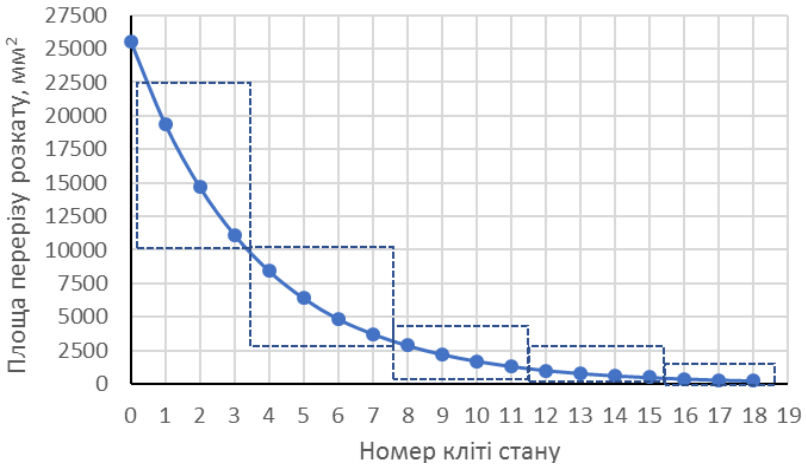


Рисунок 1 – Динаміка зміни площі перерізу по клітях пруткового стану.

Як зазначено в роботі [4], для більшості існуючих пруткових станів використовують від трьох до п'яти типорозмірів валків, тому запропонований поділ на п'ять ділянок підтверджено на практиці.

Для аналізу залежності діаметру валків від розмірів розкату отриманий розрахунковий режим використали для визначення параметрів $A = D/h_1$ та $B = D/h_0$, для умов трьох різних пруткових станів. Результати розрахунків наведено у табл. 2. Згідно отриманих даних, обидва параметри змінюються у досить широких діапазонах, як у межах одного стану, так і для різних станів. До того ж має місце суттєва різниця значень параметрів для овальних та круглих калібрів. Коефіцієнт варіації значень цих параметрів, як відношення стандартного відхилення до середнього значення, становить від 0,46 до 0,57. Це свідчить про значну варіативність цих параметрів і неможливість їх використання для визначення діаметру валків пруткових станів.

В якості більш стабільного параметру, що характеризує співвідношення діаметру валків та розмірів розкату, було запропоновано використати показник, який визначають як відношення діаметру валків до логарифму площі перерізу розкату

$$C_i = D_i / \ln(A_i). \quad (2)$$

Таблиця 2 – Діаметри валків та розрахункові параметри для існуючих пруткових станів.

N st	Cobe-Steel-1 [4]				HANGJI [6]			
	D	A	B	C	D	A	B	C
1	450	4,05	2,81	45,59	550	4,95	3,44	55,72
2	450	3,29	2,03	46,90	550	4,02	2,48	57,33
3	450	5,35	3,29	48,30	550	6,54	4,02	59,04
4	450	4,35	2,67	49,79	550	5,31	3,27	60,85
5	400	6,28	3,86	45,66	550	8,63	5,31	62,78
6	400	5,10	3,14	47,15	550	7,01	4,31	64,83
7	400	8,22	5,10	48,66	450	9,25	5,74	54,74
8	400	6,63	4,11	50,26	450	7,46	4,62	56,54
9	380	10,15	6,30	49,37	450	12,02	7,46	58,47
10	380	8,19	5,08	51,12	450	9,69	6,01	60,53
11	380	13,20	8,19	52,99	450	15,63	9,69	62,75
12	380	10,64	6,60	55,00	450	12,60	7,82	65,13
13	330	14,79	9,24	49,53	320	14,34	8,96	48,03
14	330	11,83	7,39	51,44	320	11,47	7,17	49,88
15	330	18,93	11,83	53,50	320	18,35	11,47	51,88
16	330	15,14	9,46	55,73	320	14,68	9,18	54,04
17	330	24,23	15,14	58,15	320	23,49	14,68	56,39
18	330	19,38	12,11	60,80	320	18,79	11,75	58,95
Cv		0,57	0,57	0,08		0,48	0,48	0,08

Продовження табл. 2.

N st	Hani Tech [5]			
	D	A	B	C
1	750	6,75	4,69	75,98
2	750	5,49	3,38	78,17
3	750	8,91	5,49	80,50
4	750	7,24	4,46	82,98
5	600	9,41	5,79	68,49
6	600	7,65	4,71	70,73
7	600	12,33	7,65	72,98
8	600	9,94	6,17	75,39
9	480	12,83	7,95	62,37
10	480	10,34	6,41	64,57
11	480	16,67	10,34	66,93
12	480	13,44	8,34	69,47
13	380	17,03	10,64	57,04
14	380	13,62	8,51	59,23
15	380	21,79	13,62	61,60
16	380	17,44	10,90	64,17
17	380	27,90	17,44	66,96
18	380	22,32	13,95	70,01
Cv		0,46	0,46	0,11

Використання логарифму площі перерізу у цьому показнику дозволяє лінеаризувати залежність площі перерізу розкату по клітях стану. За даними табл. 2, цей показник має значно меншу варіативність у межах одного стану. Зрозуміло, що для різних станів, точніше для різних діаметрів валків, які використовуються на різних станах, значення цього показника суттєво відрізняються. Але у межах кожного з станів, які включено для аналізу, коефіцієнт варіативності становить від 0,08 до 0,11.

Усереднивши значення параметру C_i по клітях, отримані для різних станів, отримаємо узагальнений показник C_m . Цей показник змінюється у межах від 51,5 до 64,5, за середнього значення 59,36. Отже, для оціночних розрахунків діаметру валків, відповідно до зміни площі поперечного перерізу розкату, може бути використана формула

$$D_i = C_m \cdot LN(A_i), \quad (3)$$

або

$$D_i = 60 \cdot LN(A_i). \quad (4)$$

Виконавши розрахунки по всіх клітях пруткового стану, використовуючи формулу (4), та усереднивши значення для визначених вище підгруп клітей, отримаємо значення діаметрів для них:

567; 518; 454; 392; 340 мм.

Розрахункові значення діаметрів можуть бути використані для вибору робочих клітей за найбільш близькими значеннями номінального діаметру валків, які пропонують виробники обладнання. Наприклад, якщо використати лише робочі кліті, наведені в табл. 2, отримуємо такий ряд діаметрів валків робочих клітей:

600; 520 (550); 450; 380; 330 мм.

Співвідношення логарифму площі перерізу розкату та діаметрів валків п'яти типорозмірів для трьох груп клітей пруткового стану показано на рис. 2.

Розраховані таким чином діаметри валків є рекомендованими значеннями, відповідно до динаміки зміни площі перерізу розкату, і можуть коригуватись з урахуванням конструктивних особливостей клітей або технологічних параметрів.

Аналогічні розрахунки були виконані для дротового блоку для умов прокатування катанки діаметром 5,5 мм з підкату діаметром 17 мм. Розрахункові діаметри для десяти проходів у дротовому блоці становлять від 312 до 192 мм. Розділивши ці проходи між двома блоками у складі 6 та 4 модулів, після усереднення розрахункових діаметрів, отримаємо значення діаметрів валків для них: 280 та 210 мм, що відображено на рис. 2.

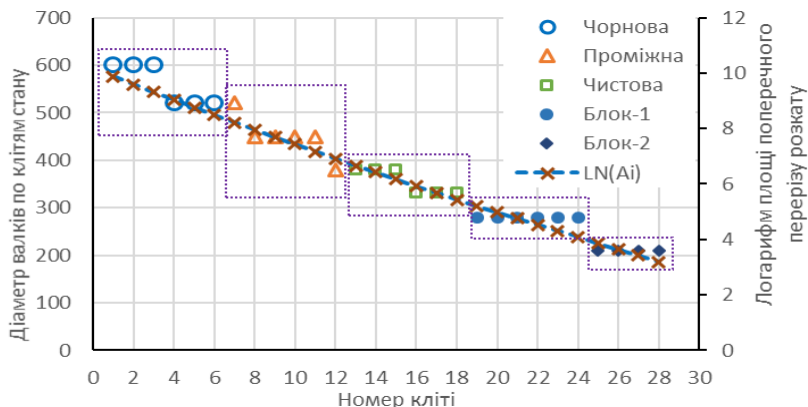


Рисунок 2 – Розподіл логарифму площі перерізу розкату та діаметрів валків по клітках стрижневого стану.

Використання чистових блоків з двома типорозмірами валків є досить поширеним в практиці стрижневих станів. Наприклад, блоки з модулями 285 та 230 мм [5]; 230 та 170 мм [6], 230 та 150 мм [9]. Фірма Морган (Morgan Construction Company), яка нині входить до складу консорціуму Прайметалс (Primetals Technologies), пропонує різноманітні комбінації дровових та редукційно-калібрувальних блоків із використанням модулів з валками 250, 230 та 160 мм, що дозволяє прокатувати катанку діаметром від 4 до 26 мм [10]. Отже, отримані розрахункові значення діаметрів валків для дровових блоків цілком відповідають існуючій практиці.

Як видно з рис. 2, використання методики вибору діаметру валків, що ґрунтується на прямо пропорційній залежності цього параметру від логарифму площі поперечного перерізу розкату, та дотриманні умови, що для клітей одного діаметру площа перерізу змінюється не більше ніж у три рази, забезпечує приблизно однакові умови деформації металу по всіх клітках. Така методика забезпечує рівномірне зменшення діаметру валків по клітках стану, але дещо збільшує кількість типорозмірів валків.

Для порівняння, на рис. 3 наведено розподіл діаметрів валків по клітках існуючого прутково-стрижневого стану. Як видно з рис. 3, для проміжної та чистової груп клітей спостерігається приблизна відповідність діаметрів валків та площі поперечного перерізу розкатів. Для чорнової групи маємо суттєве перебільшення діаметрів валків. Для перших модулів дровового блоку навпаки, діаметри валків суттєво занижені.

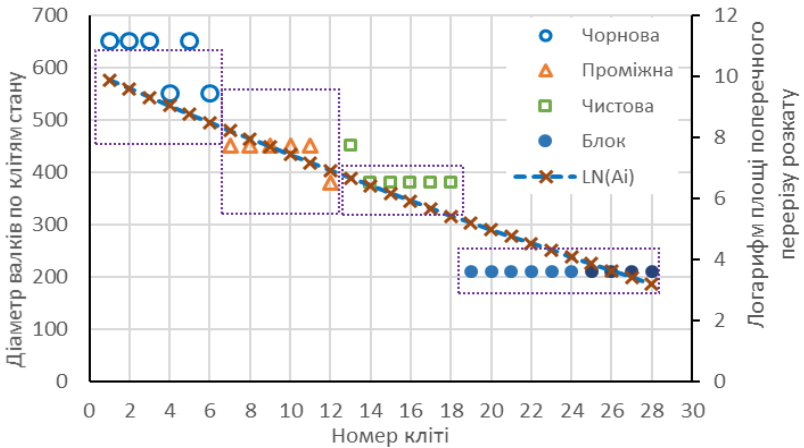


Рисунок 3 – Розподіл діаметрів валків по клітях існуючого прутково-стрижневого стану.

Запропонована методика обґрунтування вибору діаметрів валків може використовуватись при проектуванні нових пруткових та стрижневих станів, а також в ході реконструкцій існуючих станів цього типу.

Висновки

З аналізу співвідношень діаметрів валків та розмірних параметрів розкатів існуючих станів, виявлено можливість використання прямо пропорційної залежності між діаметрами валків та логарифмом площі перерізу розкату по клітях пруткових та стрижневих станів для обґрунтованого вибору діаметру валків. Середнє значення коефіцієнту пропорційності становить близько 60.

Для умов пруткових та стрижневих станів загальновідомі конструктивні параметри у вигляді показників А та В, як відношення діаметру валків до кінцевої та початкової товщини розкату, відповідно, не можуть застосовуватись через значну мінливість (варіативність) їх значень.

Для умов типових пруткових станів, згідно технологічно обумовленої динаміки зміни площі перерізу розкатів, найбільш оптимальним є використання п'яти типорозмірів валків, в діапазоні від 600 до 300 мм. За такої кількості типорозмірів валків забезпечуються умови, коли площа перерізу розкату – для одного типорозміру валків – змінюється не більше ніж у три рази. Значення діаметрів валків одного типорозміру призначають з врахуванням усередненого значення розрахункових діаметрів валків для відповідної підгрупи клітей та

особливостей технології.

За аналогічним критерієм, тобто зміна площі перерізу не більше ніж у три рази для одного типорозміру валків, для блоків стрижневих станів необхідно використовувати не менше двох типорозмірів валків, в діапазоні від 280 до 160 мм.

Перелік посилань

1. World Steel Demand 2024. Steelonthenet. 2025. URL: <https://www.steelonthenet.com/consumption.html>
2. Correctly select the roller to meet production requirements. Mixing Roll. Brofeng. 2024. URL: <https://mixingroll.com/correctly-select-the-roller-to-meet-production-requirements-2/>
3. Самохвал В. М., Васильєв О. С., Концедал Р. В., Локтев Б. С. Критерії вибору діаметрів валків пруткових станів. *Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету (Технічні науки). Тематичний випуск «До 95-річчя кафедри металургії імені професора В.І. Логінова»*. 2024. с. 145—151. DOI: 10.31319/2519-2884.tm.2024.14
4. Самохвал В. М., Максименко О. П., Нікулін О. В., Приймак А. Б. Аналіз розмірних параметрів валків станів довгомірного прокату. *Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету (Технічні науки)*. № 1(42). 2023. С. 17–26. DOI: 10.31319/2519-2884.42,2023.2
5. Bevel Gearbox of 90m Finishing Mill-Steel Rolling Line. Xi'an Hani Tech. Co. Ltd. 2025. URL: <https://hanrmtech.en.made-in-china.com/product/ytdrkQKWMZhX/China-Bevel-Gearbox-of-90m-Finishing-Mill-Steel-Rolling-Line.html>
6. High-Speed Wire Rod and Bar Composite Line. HANGJI. 2024. URL: <https://hangjirollingmill.com/wire-rod-and-bar-line/>
7. The Design of Work Roll Diameter. GLIPSE. 2023. URL: The design of work roll diameter - Foshan Glimpse Technology Co., Ltd.
8. Maine Features of a Modern Wire Rod Mill. Ispat Guru. Satyendra. 2014. URL: Main Features of a Modern Wire Rod Mill – IspatGuru
9. JSW Wire Rod: Brochure. JSW Steel Limited. 2024. 56 p. URL: <https://www.jswsteel.in/sites/default/files/assets/industry/steel/products/wire-rods/brochure/JSW-Wire-Rod-Brochure-06.12.2024.pdf>
10. Morgan Rod Reducing/Sizing Mill Setting the Standard in Rod Rolling for Unsurpassed Productivity, Tolerances and Mechanical Properties. Primetals Technologies. 2020. URL: https://www.primetals.com/fileadmin/user_upload/content/01_portfolio/4_hot-rolling-long/rod-mill/MORGAN_ROD_REDUCING_-_SIZING_MILL.pdf

Reference

1. World Steel Demand 2024. (2025). Steelonthenet. URL: <https://www.steelonthenet.com/consumption.html>
2. Correctly select the roller to meet production requirements. (2024). Mixing Roll. Brofeng. URL: <https://mixingroll.com/correctly-select-the-roller-to-meet-production-requirements-2/>
3. Samokhval, V. M., Vasyliiev, O. S., Kontsedal, R. V., & Loktev, B. S. (2024) Kryterii vyboru diametriv valkiv prutkovykh staniv [Criteria for choosing the

diameters of the rolls of bar rolling mills]. *Zbirnyk naukovykh prats Dniprovskoho derzhavnogo tekhnichnoho universytetu (Tekhnichni nauky). Tematychnyi vypusk "Do 95-richchia kafedry metalurhii imeni profesora V.I. Lohinova"* [Collection of scholarly papers of Dniprovsky State Technical University (Thematic Issue). "To the 95th anniversary of the Department of Metallurgy named after Professor V.I. Loginov of the Dniprovsky State Technical University"], 145-151. <https://doi.org/10.31319/2519-2884.tm.2024.14>

4. Samokhval, V. M., Maksimenko, O. P., Nikulin, O. V., Pryimak, A. B. (2023). Analiz rozmirnykh parametriv valkiv staniv dovhomirnoho prokatu [Analysis of Dimensional Parameters of Rolls of Long Products Mills]. *Zbirnyk naukovykh prats Dniprovskoho derzhavnogo tekhnichnoho universytetu (Tekhnichni nauky)* [Collection of scholarly papers of Dniprovsky State Technical University (Technical Science)], 1(42), 17-26. <https://doi.org/10.31319/2519-2884.42,2023.2>

5. Bevel Gearbox of 90 m Finishing Mill-Steel Rolling Line (2025). Xi'an Hani Tech. Co. Ltd. <https://hanrmtech.en.made-in-china.com/product/ytdrkQKWMZhX/China-Bevel-Gearbox-of-90m-Finishing-Mill-Steel-Rolling-Line.html>

6. High-Speed Wire Rod and Bar Composite Line (2024). HANGJI. URL: <https://hangjirollingmill.com/wire-rod-and-bar-line/>

7. The Design of Work Roll Diameter (2023). GLIPSE. URL: The design of work roll diameter - Foshan Glimpse Technology Co., Ltd.

8. Maine Features of a Modern Wire Rod Mill (2014). Ispat Guru. Satyendra. URL: Main Features of a Modern Wire Rod Mill – IspatGuru

9. JSW Wire Rod: Brochure (2024). JSW Steel Limited. URL: <https://www.jswsteel.in/sites/default/files/assets/industry/steel/products/wire-rods/brochure/JSW-Wire-Rod-Brochure-06.12.2024.pdf>

10. Morgan Rod Reducing/Sizing Mill Setting the Standard in Rod Rolling for Unsurpassed Productivity, Tolerances and Mechanical Properties (2020). Primetals Technologies. URL: https://www.primetals.com/fileadmin/user_upload/content/01_portfolio/4_hot-rolling-long/rod-mill/MORGAN_ROD_REDUCING_-_SIZING_MILL.pdf

V. M. Samokhval^{1,*}, Ph. D. (Tech.), Assoc. Prof., ORCID 0000-0003-0585-7225

O. S. Vasyliiev¹, Ph. D. Student

R. V. Kontsedal¹, Ph. D. Student

Ye. V. Stasko¹, Ph. D. Student

¹ Dniprovsky State Technical University

*Corresponding author: volsamokhval@gmail.com

SUBSTANTIATION OF THE SELECTING OF ROLLS DIAMETER BY STANDS OF BAR AND ROD ROLLING MILLS

Abstract. One of the main directions of development of rolling production is to increase the efficiency of using rolls, as a significant component of operating costs. The efficiency of using rolls is laid at the stage of choosing their dimensional parameters. Therefore, the development of a methodology for a reasonable choice of

dimensional parameters of rolls, in particular for long products rolling mills, is an extremely important task. The purpose of the work is to develop a methodology for a reasonable choice of roll diameters for the stands of bar and rod rolling mills. The development of the methodology includes the analysis of indicators in the form of the ratio of roll diameters and the current values of the initial and final thickness of the rolls and their cross-sectional area for existing rolling mills. The main task of the research is to identify parameters that with sufficient accuracy reflect the dependence of roll diameters on the geometric parameters of the workpiece. From the analysis of the ratios of roll diameters and dimensional parameters of the rolled workpiece of existing mills, a directly proportional relationship was found between the roll diameters and the logarithm of the cross-sectional area of the workpiece on the stands of bar and rod mills. This relationship can be used to determine the roll diameter using the proportionality coefficient, the average value of which is 60. For the conditions of bar and rod mills, the well-known design parameters in the form of the ratio of the roll diameter to the final (index A) and initial thickness of the workpiece (index B) cannot be used due to the significant variability of their values. According to the proposed method for determining roll diameters for the conditions of typical bar mills, the most optimal is the use of five standard roll sizes, in the range from 600 to 300 mm. This number of roll sizes is determined on the condition that the cross-sectional area of the workpiece for one roll size changes no more than three times. The value of the roll diameters of one roll size is determined as the average value of the calculated diameters for the corresponding subgroup of stands and technology features. According to a similar criterion, i.e. a change in the cross-sectional area of no more than three times for one roll size, it is recommended to use at least two roll sizes for rod mill blocks, in the range from 280 to 160 mm. The proposed methodology can be used when designing new bar and rod mills, as well as during the reconstruction of existing mills of this type.

Key words: roll diameter, bar rolling mill, rod mill, group of stands of the mill, wire block, cross-sectional area.

For citation: Samokhval, V. M., Vasyliiev, O. S., Kontsedal, R. V., & Stasko, Ye. V. (2025). Substantiation of the selecting of rolls diameter by stands of bar and rod rolling mills. *Fundamental and applied problems of ferrous metallurgy*, 39, 333-346. <https://doi.org/10.52150/2522-9117-2025-39-21>

Рукопис надійшов до редакції / Received 02.08.2025

Рекомендовано до друку / Accepted 21.10.2025