

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ПРОКАТКИ НА СТАНІ 800

Анотація. Метою роботи є експериментальне дослідження процесу прокатки на стані 800 квадратних профілів для визначення впливу параметрів прокатки на розміри і довжину розкату. При дослідженні визначили коливання маси злитка, розмірів розкату, довжини розкату, отримали рівняння регресії і коефіцієнти кореляції залежностей розмірів та довжини розкату від маси злитка, змінення міжвалкового зазору і затримки часу перед чистою кліткою. Встановлено, що коливання маси злитку відбувається в значних межах – 638 кг, що спричинено коливаннями маси плавки. Коливання маси злитка в межах одного піддона спричинено розмірами виливниць і знаходиться в межах 154 кг. Коливання розмірів розкату здійснюється в межах: товщина -1,0 мм, ширина – 0,5 мм, довжина – 5,3 м. Зміна міжвалкового зазору може бути використана для корекції довжини готового розкату в невеликому діапазоні довжин, якщо коливання маси відбуваються в межах точності розливу на одному піддоні. Необхідно додатково вживати заходів щодо стабілізації маси злитка. Вплив затримок у лінії стану, які виникають при прокатці і призводять до нестабільності температурного режиму прокатки, для даного типу профілів не позначається суттєво на розмірах поперечного перерізу і довжині розкату.

Ключові слова: маса злитку, товщина та ширина розкату, довжина розкату, струм двигуна, міжвалковий зазор.

Постановка проблеми і ціль дослідження. В реальних умовах прокатки розміри прокату та заготовки не залишаються постійними. Спостерігається одночасний вплив кількох факторів на довжину розкату, зокрема, коливань маси злитка та маси заготовки через неточний розкрій розкату, змінення температури розкату та поперечних розмірів готового прокату через знос валків. Це, як правило, не дозволяє отримати однозначні залежності між розмірами прокату і параметрами прокатки [1].

Дослідження коливань розмірів прокату здійснювалось для прокатних профілів, які є готовим продуктом, тому що коливання розмірів поперечного перерізу і довжини розкату призводять до появи штанг немірної довжини при порізці на пилах [2]. Розкрій розкатів не завжди дозволяє отримати масу заготовки, з якої на наступному переділі будуть отримані тільки штанги мірної довжини. Тому підвищення точності маси квадратних або круглих заготовок дозволяє зменшити коливання довжини розкату і появу штанг немірної довжини і запобігти появі коротких заготовок.

Метою роботи є експериментальне дослідження впливу технологічних параметрів та параметрів обладнання стана 800 на довжину прокату з ранжуванням їх за ступенем впливу.

Матеріали і результати досліджень. У промисловому експерименті отримали дані про поперечні розміри прокатних профілів та довжину розкатів під час прокатки квадратного профілю 125 мм на правій та квадратного профілю 150 мм на лівій нитці стана 800.

Під час проведення досліджень на правому боці стана було прокатане дві плавки. При прокатці першої плавки були виконані затримки при передачі розкатів з передчистої кліті в чистову кліть і зміна міжвалкового зазору чистової кліті, другу плавку прокатали в режимі пасивного експерименту.

При проведенні експериментальних досліджень реєстрували струм та частоту обертання двигуна головного приводу, здійснювали відбір проб, що вирізалися на пилках гарячого різання з середини розкату, після чого обмірювалися вручну за допомогою штангенциркуля. Довжину розкату контролювали за положенням заднього кінця розкату відносно нанесеної на огороження відповідного рольганга розмітки. Положення заднього кінця фіксували за допомогою цифрового фотоапарата з подальшою роздруковкою фотографій та визначенням довжини розкату. На рис.1 наведено фотографію положення заднього кінця розкату.



Рисунок 1 - Визначення положення заднього кінця розкату

Струм та частоту обертання двигуна головного приводу вимірювали тахогенератором та датчиком струму, що були підключені до розташованого в машинній залі стана 800 комп'ютера за допомогою модуля введення/виведення аналогових сигналів PCL-818L. Експериментальні осцилограми струму та частоти обертання двигуна наведені на рис. 2.

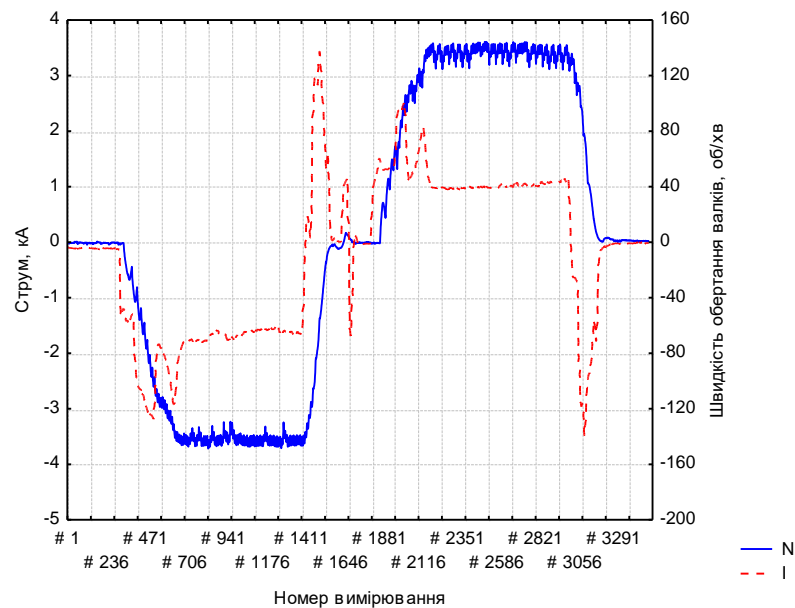


Рисунок 2 - Осцилограми струму I та частоти N двигуна чистової прокатної кліти у передчистовому та чистовому проходах

На рис.3 наведені реалізації розмірів розкатів, маси розкатів і струмів в передчистовому і чистовому проходах чистової кліти стана. По отриманим результатам розмірів поперечного перерізу розкатів і довжини розкатів були визначені маси розкатів, які відрізняються від маси злитків на величину передньої і задньої обрізей блюмса на парогідравлічному ножі, які є нормативною величиною і мають незначні коливання.

Визначені за результатами пасивного експерименту значення статистичних параметрів розміру прокату наведені у таблиці 1. Отримані дані свідчать, що маса розкатів (злитків) у плавці коливається у широких межах, що обумовлено процесом розливання сталі у виливниці в конвертерному цеху, адже перший піддон наливається на задану масу, а другий заповнюється залишком сталі у ковші. Наприклад, у двох плавках маса перших піддонів становить 7175 кг, а других – 6682 кг. Коливання маси розкатів (злитків) на плавці становить 830 кг, у піддоні – 154 кг.

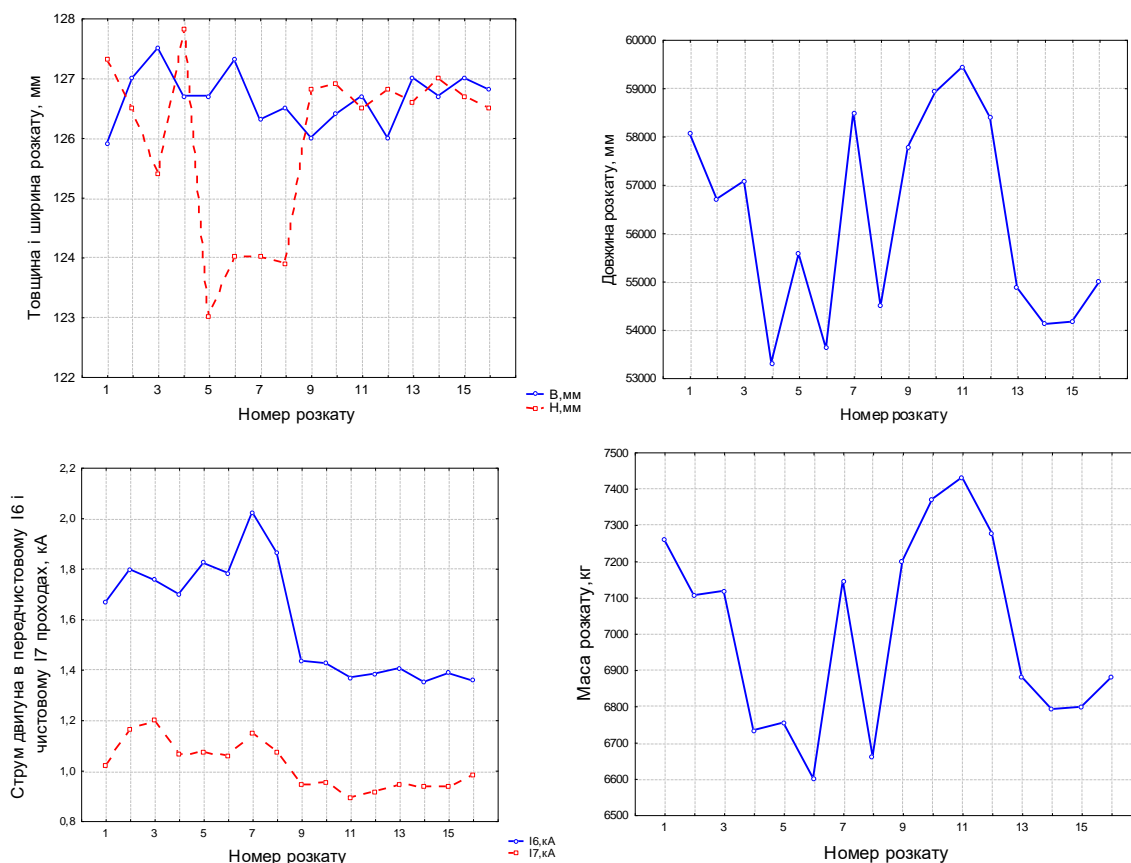


Рисунок 3 - Реалізації розмірів розкатів, маси розкатів та струму двигуна

Таблиця 1

Результати статистичної обробки експериментальних даних для прокатки квадрата 125 у чистовій клітці стана 800 (друга плавка)

Параметри	Кількість вимірювань	Середнє значення	Мінімальне значення	Максимальне значення	Діапазон змінення	Дисперсія	Середнє квадр. відхилення
Товщина, мм	8	126,58	126,00	127,00	1,000	0,162	0,403
Ширина, мм	8	126,72	126,50	127,00	0,500	0,033	0,183
Площа поперечного перерізу, мм ²	8	16040	15976	16090	114	2112	45,95
Довжина розкату, м	8	56,57	54,11	59,43	5,325	5,110	2,260
Маса розкату, кг		7078	6791	7430	638	71966	268
Струм двигуна у передчисто-вому проході, кА	8	1,39	1,35	1,44	0,090	0,00109	0,033
Струм двигуна у чистовому проході, кА	8	0,94	0,89	0,98	0,090	0,00073	0,027

Крім цього, прокатка здійснюється не по поддонах, а в різнобій. Тобто злитки в плавці можуть прокатуватися з обох поддонів одночасно, що створює додаткові труднощі при порізці розкатів і що відбувалось при проведенні експериментальних досліджень і це вплинуло на обробку отриманих даних.

Значні коливання маси розкату (злитка) очікувано визначають їхній превалюючий вплив на довжину розкату. Вплив маси злитка на довжину прокату описується рівнянням регресії (1) та коефіцієнтом кореляції 0,99 (табл. 2), з якого випливає тісний зв'язок між довжиною розкату та масою розкату (злитка). На рис.4 наведена залежність довжини розкату від маси розкату.

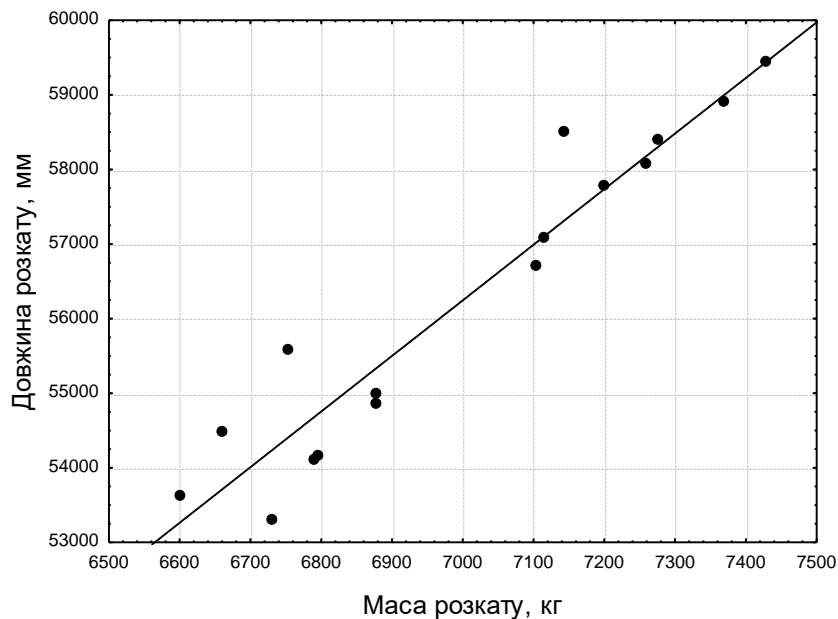


Рисунок 4 - Залежність довжини розкату від маси розкату

Суттєві коливання маси злитка визначили порядок обробки отриманих експериментальних даних. З отриманого масива даних обирали розкати з близькою масою розкатів (злитків), які знаходяться в заданому діапазоні коливань, що відбуваються за рахунок погрішності наливу в вилівниці на поддоні, розгаром вилівниці, і який складає за результатами експериментальних даних ± 210 кг. Для цих розкатів визначали вплив інших параметрів.

Змінення міжвалкового зазору в чистовий кліті виконували для визначення впливу його змінення на довжину розкатів в межах допуску на розміри поперечного перерізу. На рис.5 наведені залежності розмірів розкатів від змінення міжвалкового зазору, які свідчать, що збільшення міжвалкового зазору призводять до збільшення товщини розкату і зменшенню довжини розкатів. Ширина розкатів при цьому суттєво не змінюється і не впливає на довжину розкату. Рівняння регресії і коефіцієнти кореляції наведені в таблиці 2. Мала кількість експериментальних даних компенсується збільшеною величиною змінення міжвалкового зазору, що підтверджує достовірність отриманих даних.

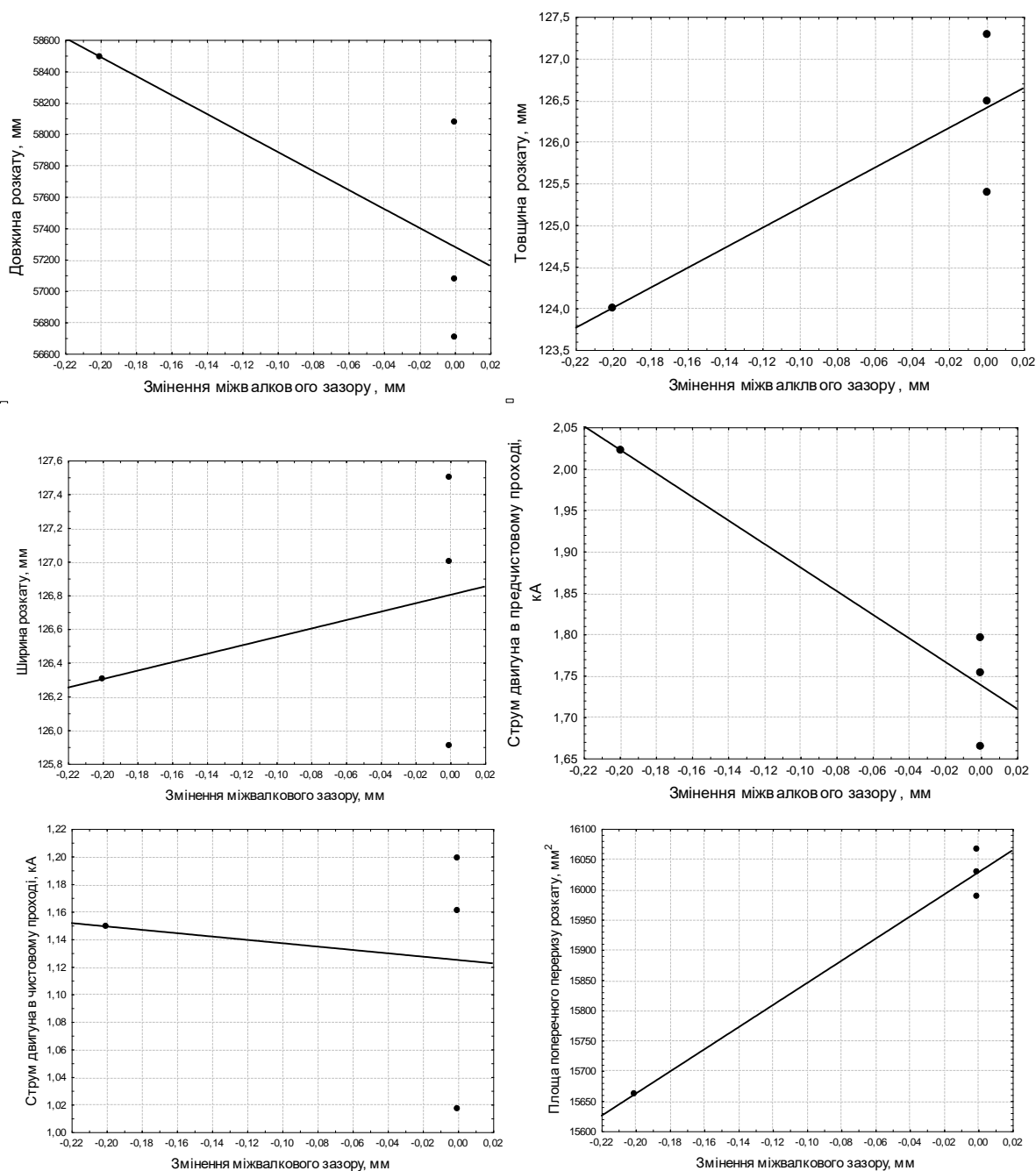


Рисунок 5 - Залежності розмірів розкату, струму двигуна від змінення міжвалкового зазора в чистовий кліті

Теоретичні значення впливу товщини прокату на довжину практично збігаються з експериментальними. Здійснений за даними таблиці 1 розрахунок зміни довжини розкату при зміні товщини прокату на 1 мм та незмінній ширині прокату показав, що зміна довжини розкату становить 450 мм, а зміна довжини розкату за експериментальними даними становила - 331-351 мм.

При проведенні експериментальних досліджень впливу часової затримки на розміри розкатів затримку подачі розкатів здійснювали перед прокаткою в чистовий кліті.

Реальна величина затримок визначалася за осцилограмами струму. Залежності розмірів розкатів і струму двигуна від затримки часу наведені на рис.6.

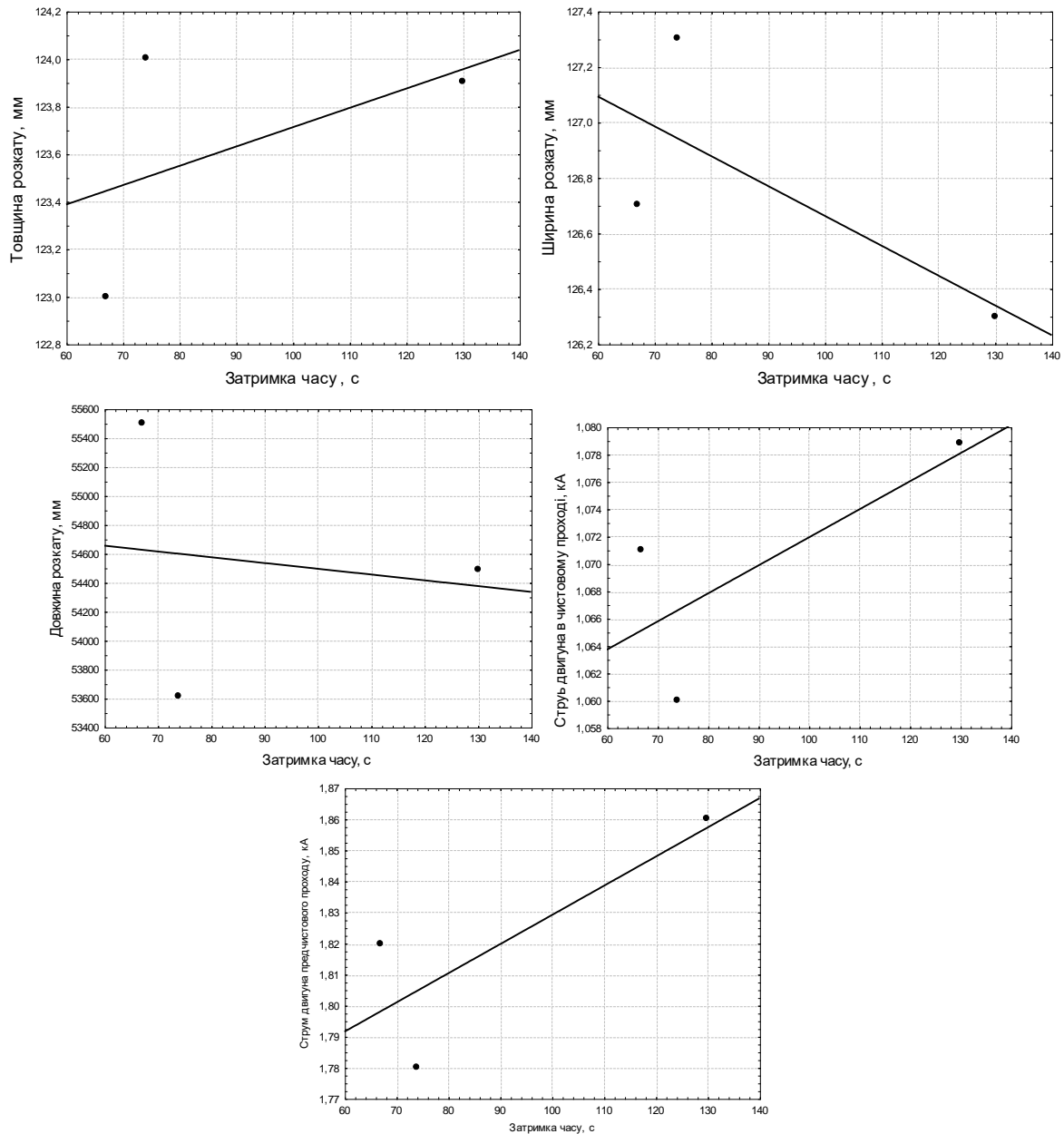


Рисунок 6 - Залежності розмірів розкатів і струму двигуна від затримки часу

Рівняння регресії та коефіцієнти кореляції між та розмірами прокату, величиною затримки та іншими параметрами прокатки наведені у таблиці 2. З них випливає, що затримка не суттєво впливає на розміри прокату. Це пояснюється підвищеним тепловмістом квадратних заготовок з перетином від 100x100 мм та вище, середньомасова температура яких залишається достатньо високою навіть при суттєвому зниженні температури їх поверхні [2].

Результати експерименту в заготівельній кліті, що отримані впродовж прокатки квадратного профілю 150 з заготовок двох плавок, наведені у таблиці 3.

Таблиця 2

Рівняння регресії для прокатки квадрата 125 в чистовий кліті стана 800

Рівняння регресії	Коефіцієнт кореляції
Вплив маси розкату M на довжину розкату L	
$L = 4033 + 7,46M$	0,96
Вплив змінення міжвалкового зазору dS на розміри прокату та струм прокатки в передчистовому I_{np} та чистовому $I_{ч}$ проходах	
$H = 126,63 + 1,32dS$	0,89
$B = 126,67 + 0,13dS$	0,16
$L = 57480 - 505dS$	-0,66
$I_{np} = 1,77 - 0,124dS$	-0,98
$I_{ч} = 1,124 - 0,0128dS$	-0,16
Вплив затримки часу T (с) перед подачею до чистової кліті на розміри прокату та струм прокатки в передчистовому I_{np} та чистовому $I_{ч}$ проходах	
$H = 122,9 + 0,081T$	0,51
$B = 127,73 - 0,011T$	-0,74
$L = 54893 - 3,98T$	-0,14
$I_{np} = 1,73 + 0,0009T$	0,81
$I_{ч} = 1,051 - 0,0002T$	0,74

Таблиця 3

Результати статистичної обробки експериментальних даних для прокатки квадрата 150 у заготівельній кліті

Параметри	Кількість вимірювань	Середнє значення	Мінімальне значення	Максимальне значення	Діапазон змінення	Дисперсія	Середнє квадр. відхилення
Товщина, мм	16	149,19	148,50	149,6	1,100	0,078	0,279
Ширина, мм	16	149,89	149,00	150,5	1,500	0,14	0,373
Площа поперечного перерізу, мм ²	16	22362	22260	22454	194,75	3193	56,51
Довжина розкату, м	23	40,23	38,40	41,50	3,10	5,43	0,73
Струм двигуна в першому проході, кА	23	4,66	2,59	5,67	3,08	0,679	0,7
Струм двигуна в другому проході, кА	23	3,52	2,05	4,21	2,16	0,167	0,2
Струм двигуна в третьому проході, кА	23	1,55	0,83	3,97	3,14	0,620	0,6
Маса розкату, кг	16	6831	6505	7012	507	21267	145,83

Висновки. Проведені на стані 800 експериментальні дослідження дозволили отримати реальні значення діапазону коливань розмірів поперечного перерізу квадрата на правій стороні та в заготівельній кліті. Коливання довжини розкату значною мірою обумовлені коливаннями маси злитка.

Зміна міжвалкового зазору може бути використана для корекції довжини готового розкату в обмеженому діапазоні. Проте ця корекція не зможе повністю вирішити проблему стабілізації довжини розкату з метою підвищення виходу мірної продукції. Необхідно вживати додаткові заходи для стабілізації маси злитка в межах точності розливу на одному піддоні.

Часові затримки в лінії стана, що виникають під час прокатки квадратних профілів 125 та 150 і призводять до нестабільності температурного режиму прокатки та зміни енергосилових параметрів прокатки, не мають суттєвого впливу на розміри поперечного перерізу і довжину розкатів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Зінченко М.Д. Експериментальне дослідження процесу прокатки на блюмінгу та стані 800 метзаводу ім.Петровського. Металургійна та гірничорудна промисловість. 2000. №4. С. 40-45.
2. Експериментальне дослідження впливу температурного режиму на розміри фасонних профілів прокату / А.Н. Чернишов, Н.І. Біда, Г.С. Щербина та ін. Металургійна та гірничорудна промисловість. 1977. №4. С.16-19.

REFERENCE

1. Zinchenko M.D. An experimental study of the blooming and 800 stand rolling process metal plant named after Petrovsky. Metallurgical and mining industry. 2000. No. 4. P. 40-45.
2. An experimental study of the effect of the temperature regime on the dimensions of the shaped rental profiles. A.N. Chernyshev, N.I. Bida, G.S. Shcherbina and others. - Metallurgical and mining industry. 1977. No. 4. P.16-19.

Received 01.09.2024.
Accepted 04.09.2024.

Experimental study of rolling accuracy on stand 800

The study of fluctuations in the dimensions of rolled products was carried out for rolled profiles, which are a finished product, because fluctuations in the dimensions of the cross section and the length of the roll lead to the appearance of rods of excessive length when cutting on hot saws. Cutting the rolls does not always allow obtaining a mass of the blank, from which only rods of a measured length will be obtained in the next division. Therefore, increasing the accuracy of mass of square or round blanks allows to reduce fluctuations in the roll length and the appearance of rods of off-gage length and prevent the appearance of short blanks.

The purpose of the work is an experimental study of the process of rolling on the state of 800 square profiles to determine the influence of rolling parameters on the dimensions of the cross-section and the length of the roll. During the study, fluctuations in ingot mass, rolling dimensions, and rolling length were determined, regression equations and correlation coefficients were obtained for the dependence of rolling dimensions and length on ingot mass,

changes in interroll gap and time delay before the finishing stand. It was established that the mass of the ingot fluctuates within significant limits - 638 kg, which is caused by fluctuations in the mass of the melt. Fluctuations in the mass of the ingot within one molding bed are caused by the dimensions of the ingot molds, the pouring height and is within 154 kg. Fluctuations in the dimensions of the roll are carried out within the following limits: thickness - 1.0 mm, width - 0.5 mm, length - 5.3 m. Changing the inter-roll gap can be used to correct the length of the finished roll in a small range of lengths, if the mass fluctuations occur within accuracy of filling on one molding bed. It is necessary to take additional measures to stabilize the weight of the ingot. The influence of delays in the state line, which occur during rolling and lead to instability of the rolling temperature regime, for this type of profiles does not significantly affect the dimensions of the cross section and the length of the roll.

Зінченко Михайло Дмитрович - доцент кафедри автоматизації виробничих процесів, Український державний університет науки і технологій.

Потап Олег Юхимович - професор кафедри автоматизації виробничих процесів, Український державний університет науки і технологій.

Бурчак Андрій Анатолійович - старший викладач кафедри автоматизації виробничих процесів, Український державний університет науки і технологій.

Zinchenko Mykhailo Dmytrovych - Associate Professor of the Department of Automation of Production Processes, Ukrainian State University of Science and Technology.

Potap Oleh Yukhymovich - Professor of the Department of Automation of Production Processes, Ukrainian State University of Science and Technology.

Burchak Andrii Anatoliyovych - Senior Lecturer of the Department of Automation of Production Processes, Ukrainian State University of Science and Technology.