

полосы при прокатке может быть продольная устойчивость металла в валках. Это обстоятельство необходимо особо учитывать при непрерывной прокатке листовой стали.

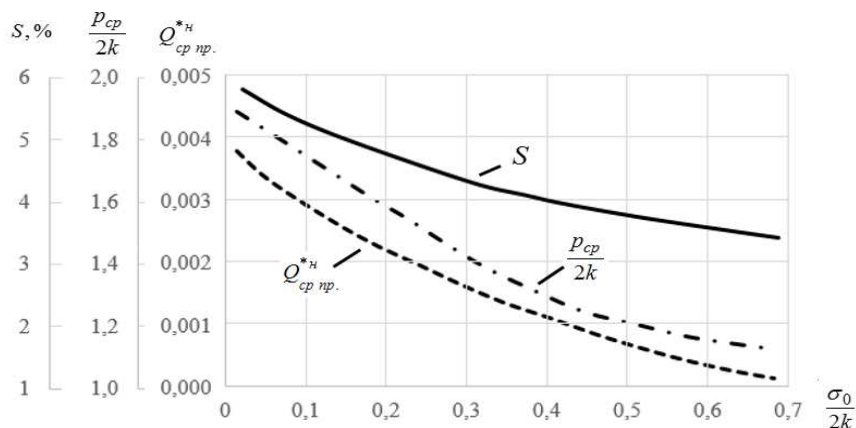


Рисунок 4 – Влияние заднего натяжения полосы на некоторые параметры прокатки

Выводы. Разработан метод оценки продольной устойчивости полосы в очаге деформации при прокатке с натяжением. Показано, что с увеличением заднего натяжения результирующая продольных сил по абсолютной величине уменьшается и, следовательно, снижается устойчивость процесса прокатки. Последнее необходимо учитывать при назначении режимов натяжения полосы, особенно в случаях непрерывной прокатки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Максименко О.П. Анализ силового взаимодействия в очаге деформации при прокатке / О.П.Максименко, Д.И.Лобойко, Р.Я.Романюк // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2013. – №6. – С.47-49.
2. Королев А.А. Новые исследования деформации металла при прокатке / А.А.Королев. – М.: Машгиз, 1953. – 267с.

Поступила в редколлегию 07.04.2015.

УДК 621.771.01

ЄРШОВ С.В., д.т.н., професор
 ГЕЙМУР К.Г., аспірант
 КРАВЧЕНКО К.О., аспірант
 МАРЧЕНКО К.К., магістр

Дніпродзержинський державний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗНОСУ КАЛІБРІВ ПРИ ПРОКАТУВАННІ КРУГЛОЇ ЗАГОТОВКИ В ОВАЛЬНОМУ КАЛІБРІ

Вступ. Для виготовлення прокатної продукції необхідна велика кількість прокатних валків різної форми і розмірів. Крім того, в процесі експлуатації десятки тисяч прокатних валків кожен рік виходять з ладу та списуються в металобрухт з причини зносу та пошкодження. Ці обставини вимагають шукати способи збільшення зносостійкості прокатних валків та удосконалювати їх якість.

До методів збільшення зносостійкості валків можна віднести спосіб підвищення твердості поверхні легуванням та модифікацією металу валка, використання валків з

литими рівчачками, загартуванням. Удосконалення існуючих та розробка нових технологічних процесів дозволяють забезпечити необхідний рівень твердості, міцності, розмір і співвідношення структурних складових по периметру калібра. До числа найбільш ефективних способів, що дозволяють забезпечити одночасно високу міцність і твердість робочого шару, відносяться: вилівка грубопрофільованих валків і методи відцентрового лиття.

До факторів, спрямованих на підвищення стійкості валків, також відносяться: розробка раціонального калібрування і способи установки валка в кліть; застосування різних технологічних мастил і їх систем охолодження.

Постановка задачі. Оскільки проведення експериментів в умовах виробництва і в дослідних лабораторіях вимагає великих матеріальних витрат, доцільно проведення теоретичних досліджень з використанням моделювання процесів прокатки. В теперішній час для вивчення закономірностей зношування калібрів валків можливе моделювання процесу прокатування за допомогою ЕОМ. Такий спосіб дає змогу якісно охарактеризувати інтенсивність зносу по ширині калібра та, враховуючи ці дані, будувати калібрівки для збільшення кількості прокатоного металу у заданих допусках.

Таким чином, дослідження деформованого стану металу при прокатуванні у фасонних калібрах, розробка нових і вдосконалення існуючих калібрувань з метою підвищення стійкості калібрів валків є актуальним і потребує проведення ретельних досліджень.

Результати роботи. Для дослідження зносу при прокатуванні круглої заготовки в овальному калібрі були зібрані дані зносу на середньосортно-дротовому стані 400/200 ПАТ «ДМКД». Дані зібрані за допомогою вимірювань зносу щупом та шаблоном в клітці №7.

Величини зносу калібрів показані на рис.1, де також вказано порядковий номер калібра, комплект, дату початку та кінця прокатування в даному калібрі та кількість прокатоного металу за вказаний проміжок часу.

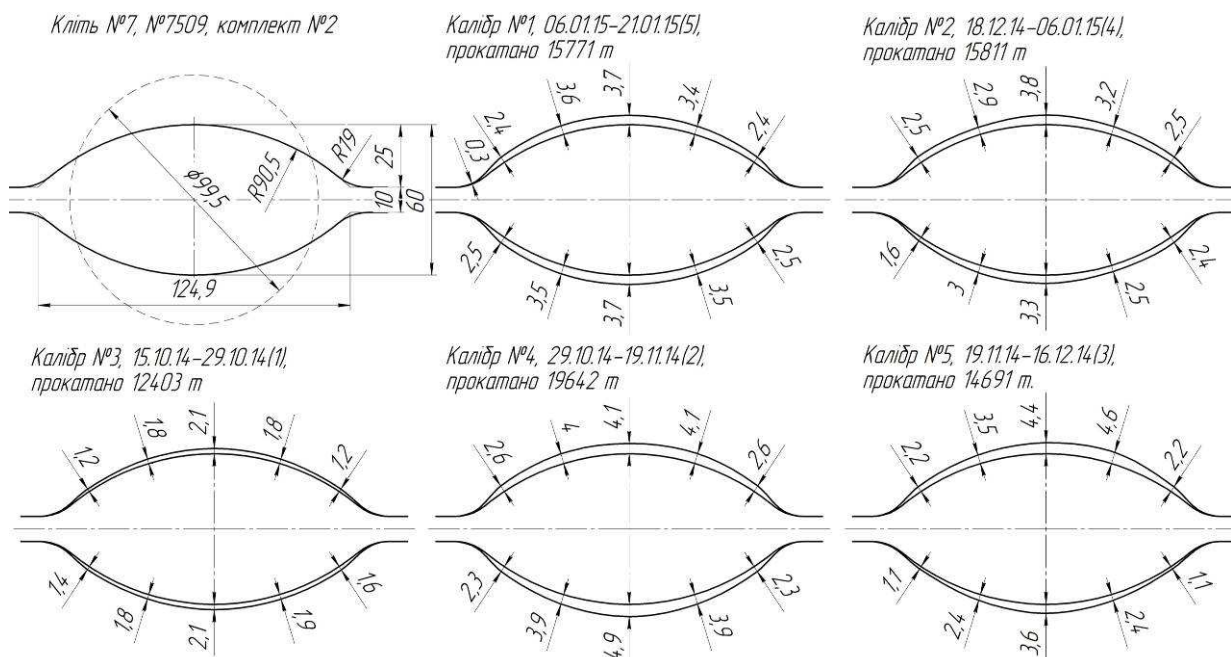


Рисунок 1 – Розміри калібра і розкату, що задається в кліть №7, та величини зносу

З отриманих даних видно, що максимальний знос спостерігається по дну калібру, який рівномірно зменшується в напрямку буртів. В калібрах № 4 та 5 на верхньому валку максимальний знос дещо зміщений в напрямку бурту, це викликано нерівномірністю розподілу охолодження валка водою.

Наступним кроком було виконання теоретичного розрахунку деформованого стану при прокатуванні в калібрах з подальшим аналізом одержаних даних. Розрахунок виконували в програмному пакеті ESV-Deform, в якому використовується метод скінчених елементів.

При розрахунку прокатування в кліті №7 обрані наступні налаштування програми: використовувалася прямокутна сітка – довжина, ширина та висота кожної сторони прямокутника становила 3 мм, тип скінчених елементів – прямокутні призми з 8 вузлами, а в якості алгоритму рішення був використаний метод штрафних функцій. Температура початку прокатки – 1100°C. Діаметри валків кліті становлять 660 мм, швидкість прокатки – 0,40 м/с, кількість обертів при цьому – 20 об/хв, температура валків – 20°C.

При моделюванні процесу прокатування отримано тривимірну модель осередку деформації, яка була розділена на три перерізи для розгляду плинину металу в кожному. Результати розрахунків представлено на рис.2. Поряд з номером перерізу вказано відстань до вертикальної осі валків.

З наведених на рис.2 даних видно, що першочергово контакт металу з валками спостерігається по дну калібру. З проходженням розкату по довжині осередку деформації інтенсивність плинину металу збільшується. Максимальна інтенсивність зосереджена в області контакту металу з валком та направлена в напрямку центру розкату. Також спостерігається плин металу від центру розкату в горизонтальному напрямку від дії розширення.

Максимальні значення ступеня деформації в першому перерізі розташовані в області контакту розкату з валком і зменшуються в напрямку центру розкату, де приймають середні значення ступеня деформації. Мінімальні значення знаходяться по бічних ділянках розкату. Інтенсивність ступеня деформації збільшується в напрямку виходу з осередку деформації, а розподіл деформації в другому та третьому перерізах якісно не змінюється.

В першому перерізі швидкість плинину металу в поздовжньому напрямку має максимальні значення в області контакту та захоплює ділянки краю розкату по бокам. Інша частина розкату має рівномірне значення швидкості плинину металу в поздовжньому напрямку. В другому перерізі інтенсивність плинину збільшується в напрямку центру розкату. В третьому перерізі максимальна швидкість розташована в центрі розкату.

В поперечному напрямку швидкість плинину з проходженням розкату по осередку деформації зменшується в бічних ділянках та збільшується в області краю контакту металу з валком.

Зі збільшенням обтиснення область максимальних значень швидкості плинину металу в вертикальному напрямку розповсюджується в горизонтальному напрямку.

Для прогнозування інтенсивності зносу калібрів приймаємо критерій, який враховує розподіл тиску по довжині осередку деформації, швидкість ковзання металу з валками та довжину контакту:

$$K_{zn} = \int p_{cp} \cdot v_{ков.ср.} \cdot dl, \quad (1)$$

де p_{cp} – середнє значення тиску металу на валки в даному перерізі, Н/мм²;

$v_{ков.ср.}$ – середнє значення швидкості ковзання металу з валками в перерізі, мм/с;

l – довжина контакту металу з валком в даному перерізі, мм.

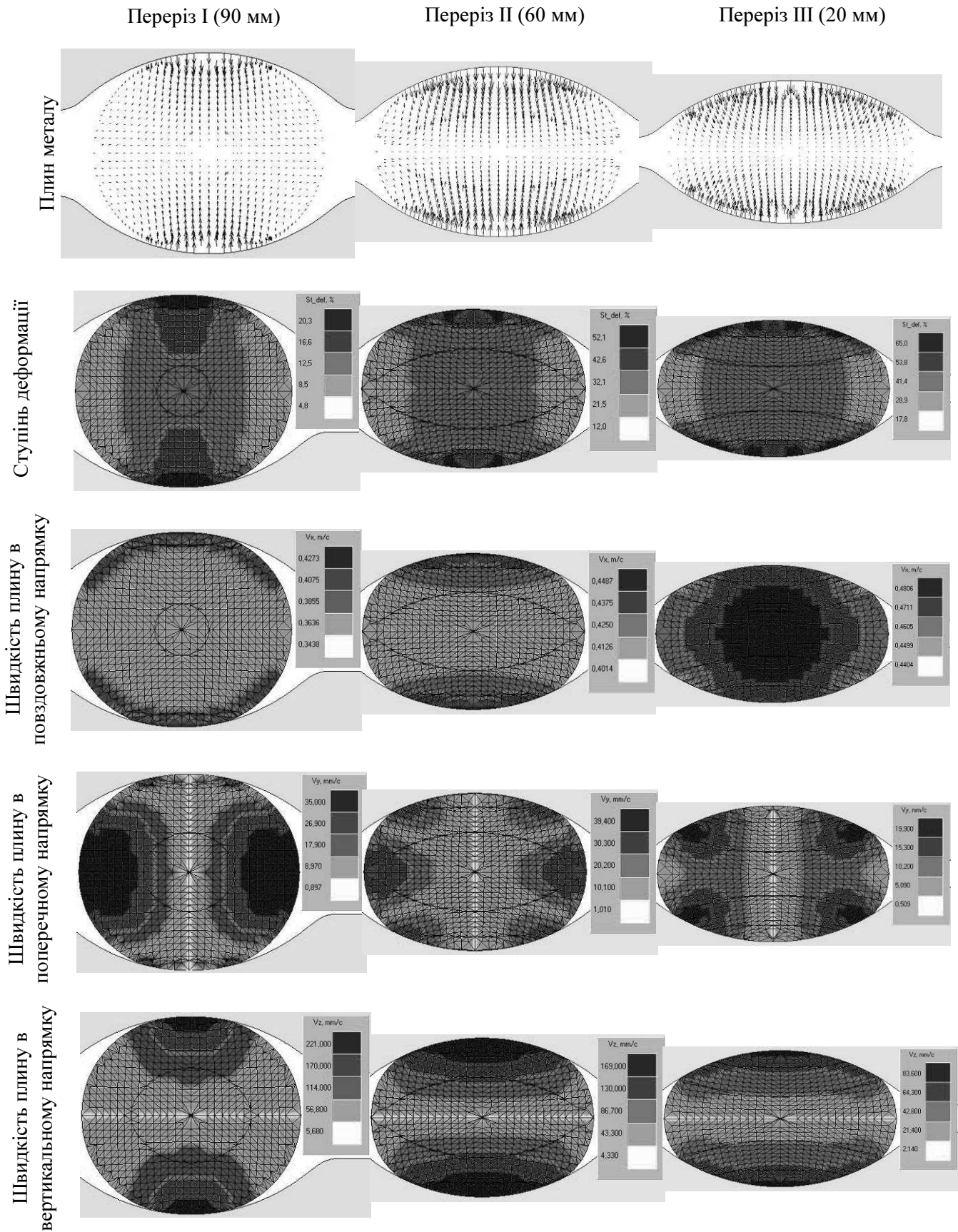


Рисунок 2 – Результати розрахунку деформованого стану на різних відстанях від площини виходу з валків

Оскільки p_{cp} та $v_{ков.ср.}$ приймаємо незмінними величинами, а l змінюється по довжині осередку деформації, то формула (1) приймає вигляд:

$$K_{zn} = p_{хср} \cdot v_{ков.ср.} \cdot \frac{l^2}{2} \quad (2)$$

В дослідженні П.Л.Клименка «Дослідження розподілу питомого тиску на контактній поверхні при прокатуванні в калібрах» наведено дані розподілу тиску по довжині контакту при прокатуванні круглої заготовки діаметром 40 мм в овальному калібрі з розмірами по ширині 49,7 мм та висотою 29,8 мм (табл.35, [1]). Прокатували сталь із вмістом С=0,16%, Mn=0,40% при температурі 1050°С.

Також на основі розподілу мездоз по ширині калібра в дослідженні Клименка наведено схему розподілу досліджуваних перерізів при прокатуванні в овальному калібрі з заданими розмірами (рис.3).

Далі наведена просторова діаграма розподілу тиску по довжині контакту за даними розподілу тиску (табл. 35, [9]) при прокатуванні в овальному калібрі в кожному перерізі (рис.4).

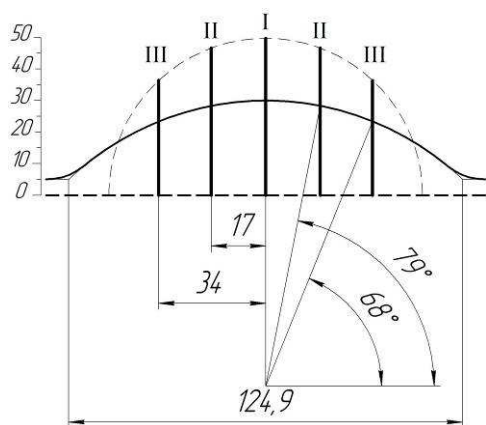


Рисунок 3 – Розподіл перетинів по ширині калібра кліті №7

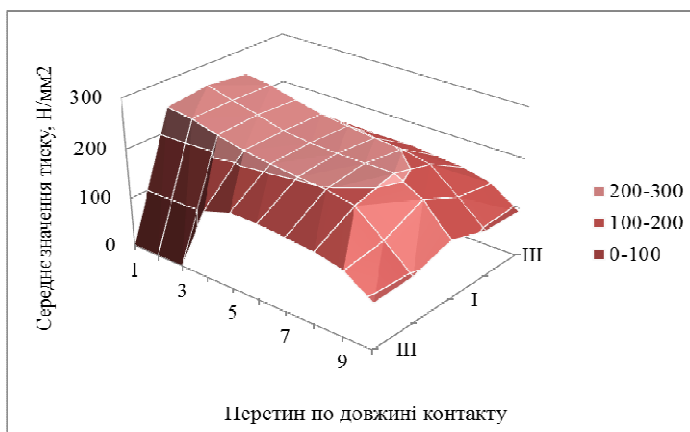


Рисунок 4 – Просторова діаграма розподілу тиску по довжині осередку деформації по перетинах при прокатуванні в овальному калібрі

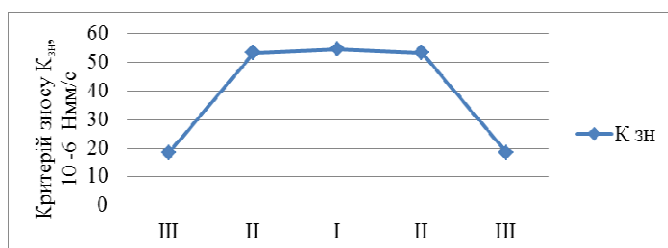


Рисунок 5 – Графік розподілу величини K_{zn} по ширині овального калібра

З рис.5 видно, що величина критерію зносу в перерізах I та II сильно не відрізняється, як і величина зносу в першому калібрі кліті №7 (рис.6, а) в тих самих перерізах. В III перерізі величина критерію значно менша, ніж в I та II. Це відбувається тому, що при розрахунку K_{zn} не враховується поперечна та вертикальна швидкість переміщення

Швидкість ковзання визначалась тільки в повздовжньому напрямку.

В формулу (2) підставляли середнє значення тиску, середнє значення швидкості ковзання та довжину контакту металу з валком в даному перерізі. Розрахувавши значення K_{zn} для кожного перерізу, отримали графік розподілу величини критерію зносу по ширині овального калібру (рис.5).

металу, а в перетині III присутні великі значення швидкості переміщення металу в поперечному напрямку, як видно з рис.6, б.

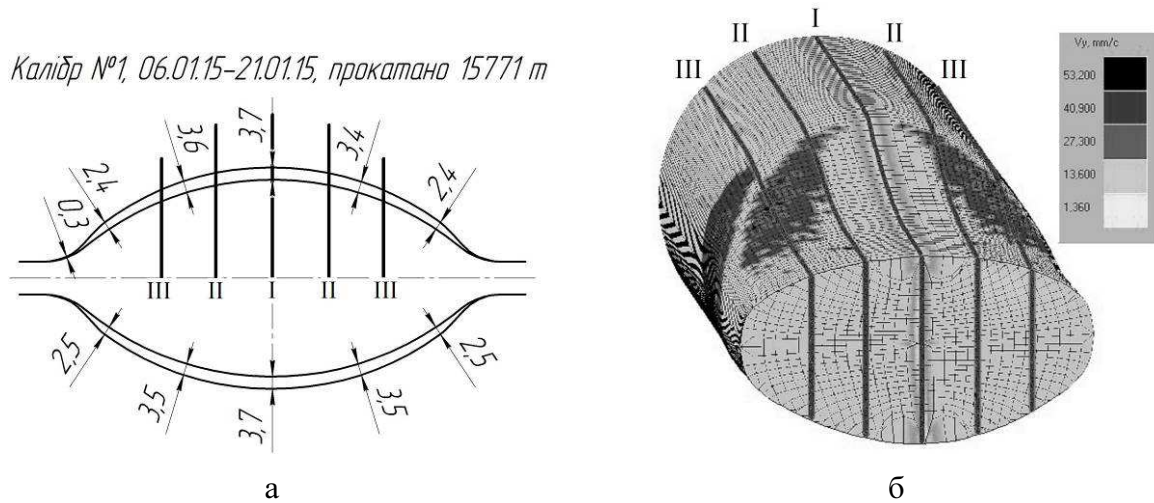


Рисунок 6 – Величини зносу в першому калібрі кліті №7 (а) та швидкість плинущу металу в поперечному напрямку на контактї металу з валком (б)

Висновки. Наведену методику можна використовувати для прогнозування величини зносу калїбрів і враховувати при розробцї калїбрування валків.

Недолїком методики прогнозування зносу калїбрів, яка описана в данїй роботї, є те, що при розрахунку не враховується швидкїсть плинущу металу в поперечному та вертикальному напрямку. Тому для бїльш якїсного прогнозування зносу калїбрів потребується її подальше вдосконалення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Клименко П.Л. Контактные напряжения при прокатке: монография / П.Л.Клименко, В.Н.Данченко. – Днепропетровск: Пороги. – 2007. – 292с.

Надїйшла до редколегїї 07.09.2015.

УДК 621.771.01

ЄРШОВ С.В., д.т.н., професор
КРАВЧЕНКО К.О., аспїрант
КОЧЕРГА О.М., магістр

Дніпродзержинський державний технїчний унїверситет

ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ МЕТАЛУ ПРИ ПРОКАТУВАННІ ШВЕЛЕРА В УМОВАХ СОРТОПРОКАТНОЇ ЛІНІЇ СТАНУ 400/200 ПАТ «ДМКД»

Вступ. Швелер – це металевий вирїб, який має П-подїбний коробчастий перерїз. За ГОСТ 8240-90 випускаються швелери висотою $H = 50-600$ мм (№ 5 – 60), шириною полиць вїд 32 до 190 мм, товщиною полиць вїд 7,0 до 17,8 мм і товщиною стїнки вїд 4,5 до 12 мм [1].

Швелери прокатують двома основними способами [2-4]: з прямими і розгорнутими полицями. Для прокатки швелерів з прямими полицями вїдомо кїлька методів калїбрування валків (рис.1): балковий, коритний (рис.1, а – в). Калїбрування валків з розгорнутими полицями здїйснюють за методом згинання полицї (рис.1, г), з вигином стїнки і полиць (рис.1, д).