

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

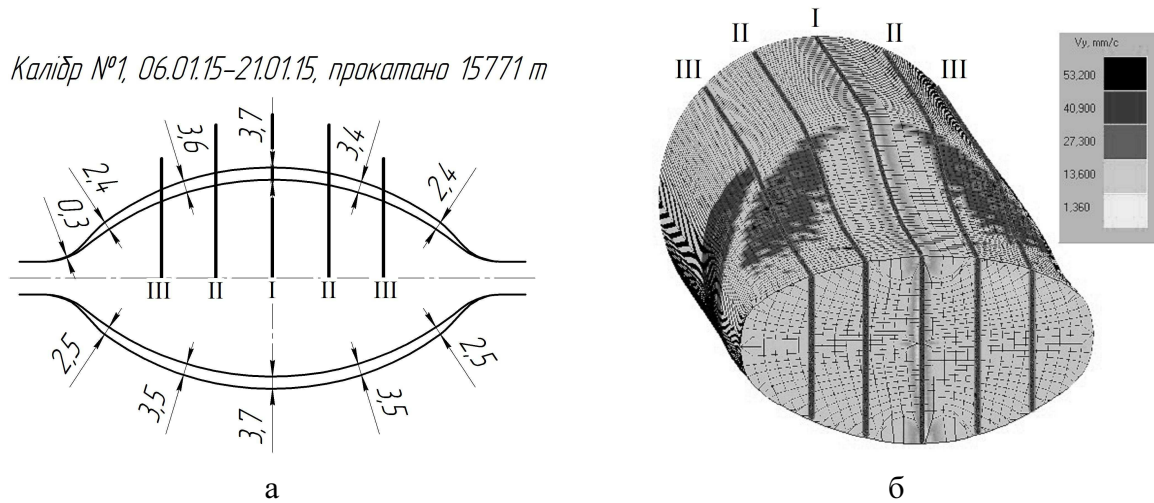


Рисунок 6 – Величини зносу в першому калібрі кліті №7 (а) та швидкість плинущ металу в поперечному напрямку на контактї металу з валком (б)

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 плинущ 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

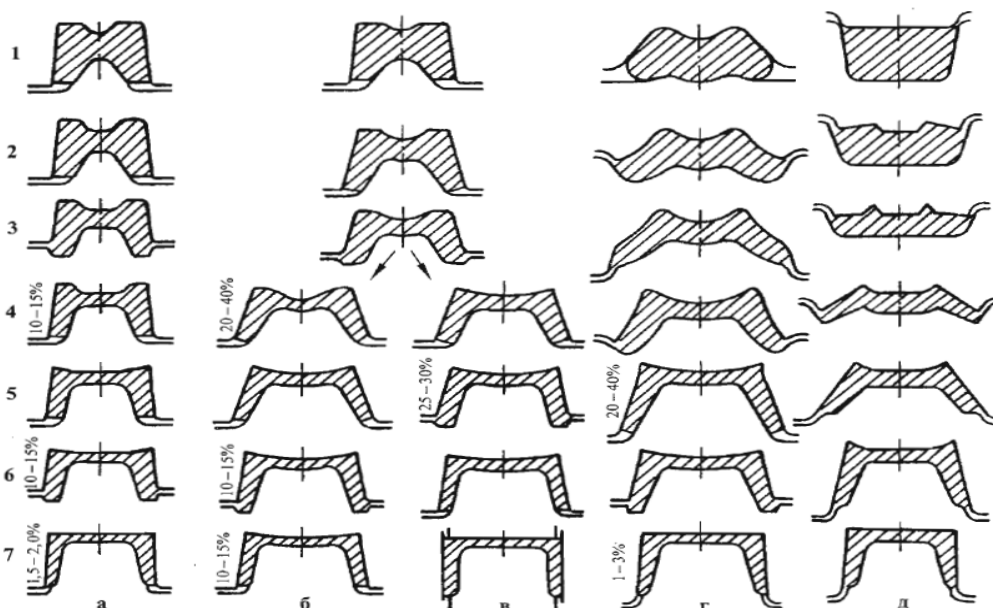
ЄРШОВ С.В., д.т.н., професор
КРАВЧЕНКО К.О., аспїрант
КОЧЕРГА О.М., магістр

Днїпродзержинський 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).



- а) – зі збільшеним нахилом полиць та прямою стінкою (коритний спосіб);
 б) – зі збільшеним нахилом полиць та зігнутою стінкою;
 в) – з використанням універсального чистового калібра;
 г) – з розгорнутими полицями та вигнутою стінкою; д) – згинанням прямих полиць

Рисунок 1 – Способи прокатки швелерів

При прокатці коритним способом (рис.1, а) застосовуються прямополичні калібри з прямою стінкою і збільшеним до 10-15% випуском. Наступним способом є застосування калібрів з прямими полицями і вигнутою стінкою. У таких калібрах (рис.1, б) випуск збільшують до 20-40%, а кут між середньою лінією стінки і зовнішньої гранню кожної полиці зберігають рівним 90°. Готовий швелер також отримують на стані, використовуючи гарячий вигин профілю з використанням універсального чистового калібра (рис.1, в). Система кривополичних калібрів (рис.1, д) з поступовим згинанням полиць забезпечує збереження прямого кута між полицею й стінкою, а також значно зменшує глибину ривчаків. Ці калібри дозволяють підвищити інтенсивність обтиснень за рахунок збільшення частки прямого обтиснення й істотного зменшення глибини ривчаків. Найбільш досконалою є розгорнута калібровка валків (рис.1, г), що показала гарні результати на практиці при прокатці швелерів малих і середніх розмірів [5-7]. Ця калібровка відрізняється використанням калібрів з вигином стінки і полиць, що полегшує згинання розгорнутого профілю в швелер, запобігає появі складок біля основи фланців і пошкодженню поверхні полиць. Сутність цього способу прокатки полягає в тому, що перехід від розгорнутого калібру до прямополичного здійснюється поступово із застосуванням низки перехідних кривополичних калібрів, що забезпечують плавну формозміну профілю.

Замість напівбезперервного стану «350» на підприємстві ПАТ «ДМКД» побудовано новий безперервний стан «400/200», схема розташування основного обладнання якого зображена на рис.2. Прокатка швелерів із катаної або безперервнолитої заготовки здійснюється у 18 робочих клітках.

Постановка задачі. Розробкою основних методів розрахунку калібрування валків швелерної сталі займалось багато дослідників, серед яких А.Н.Скориходов, І.Я.Тарновський, Б.М.Ілюкович, Б.П.Бахтинов, Д.І.Старченко, Б.Б.Диомідов, Н.В.Литовченко, А.П.Чекмарьов та ін. Відомо, що раціональне калібрування валків неможливе без де-

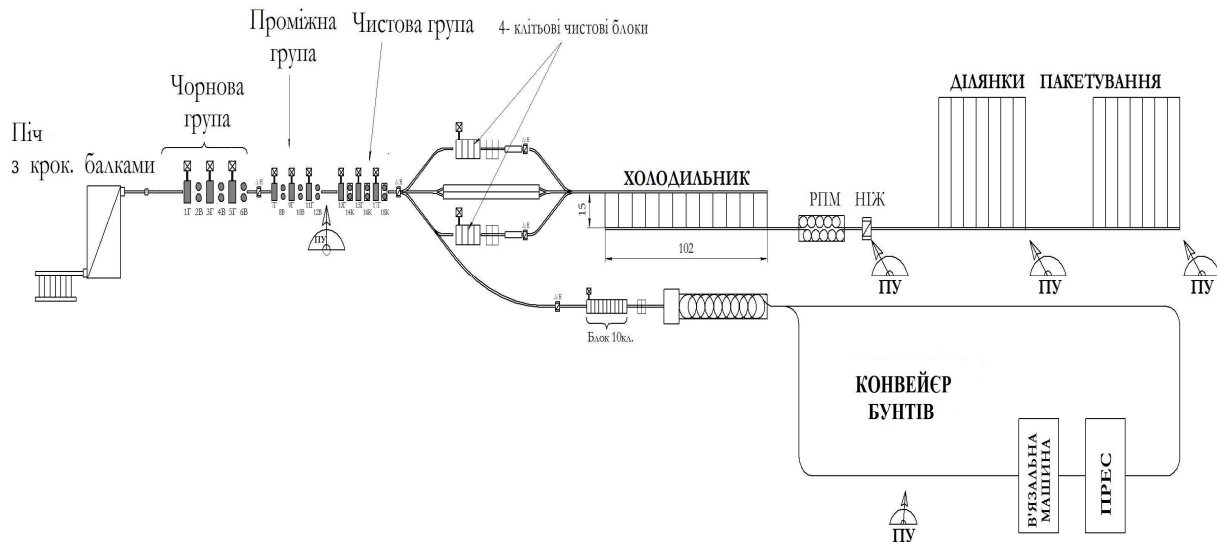


Рисунок 2 – Схема розташування основного обладнання стану 400/200

тального дослідження формозміни металу і напружено-деформованого стану металу по всій довжині осередку деформації. Впровадження у виробництво швелерів на новому прокатному стані потребує проведення ретельних досліджень, метою яких є оптимізація і максимальна ефективність процесу прокатки.

Тому робота, спрямована на розвиток методів розрахунку параметрів розгорнутого калібрування валків і розробку на їх основі ефективної технології виробництва швелерів, зниження енергосилових параметрів деформації металу і досягнення при цьому високих техніко-економічних показників виробництва металопродукції, є актуальною.

Результати роботи. Для експериментального дослідження деформованого стану при прокатці швелера № 8 взято за основу розгорнуту закриту калібровку компанії DANIELI-Morgardshammar для стану 400/200 ПАТ «ДМКД». Для розрахунку нами обрано перший фасонний калібр, розташований в першій клітці проміжної групи (кліть № 9), де піддається обтисненню підкат прямокутної форми, що виходить з чорнової групи клітей і має розміри 113x47 мм. Вибір пояснюється великою нерівномірністю деформації, що спостерігається в даному калібрі.

Теоретичний розрахунок виконано за допомогою програмного пакета ESV Deform, розробленого на кафедрі ОМТ ДДТУ. Цим програмним пакетом в якості математичного апарата для апроксимації полів швидкостей плинину металу використовується метод скінчених елементів.

Креслення обчислюваного калібру наведено на рис.3. Для виконання розрахунку вибиралися наступні налаштування програми: була використана чотирикутна сітка, довжина елементів складала 5 мм, а ширина і висота – 3 мм, тип скінчених елементів – прямокутна призма з 8 вузлами, в якості алгоритму рішення використано метод штрафних функцій. При розрахунку використовувався рівномірний розподіл температури по перерізу профілю, прийнята температура початку прокатки дорівнює 1060°C. Діаметри валків становлять 475 мм, швидкість прокатки – 2,32 м/с, кількість обертів при цьому – 93 об/хв, температура валка – 20°C. Результати розрахунку наведено на рис.4-6.

З рис.4 видно, що першочергово контакт металу з валками відбувається в області стінки зі сторони нижнього рівчака калібру і зовнішньої сторони бічних похилих граней верхнього рівчака. Спостерігається перетікання металу в середню частину калібру під дію обтиснення. Найбільш інтенсивний плин металу спостерігається в місцях початку контакту металу з валками.

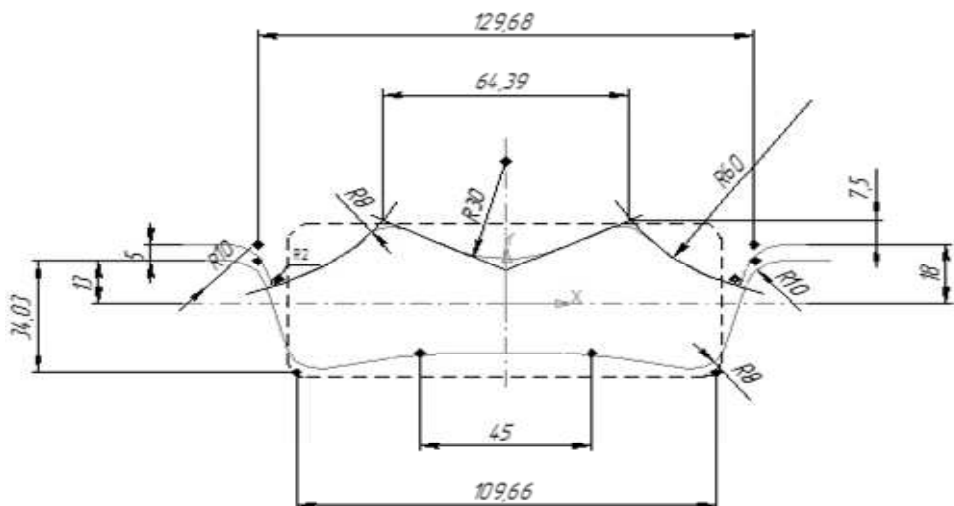


Рисунок 3 – Креслення фасонного калібра

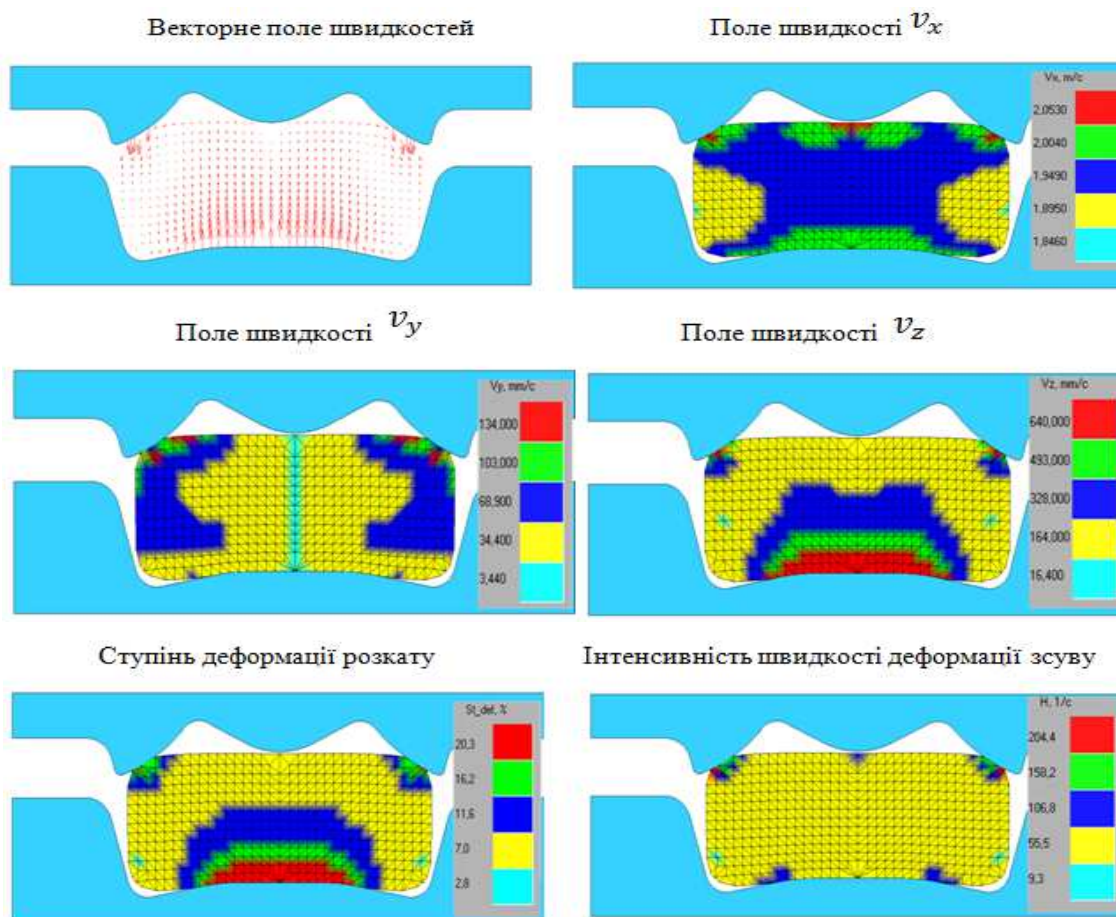


Рисунок 4 – Отримані поля в результаті розрахунку для кліті № 9 в площині входу розкату в осередок деформації

Швидкість плину металу в поздовжньому напрямку якісно відповідає картині векторного поля швидкостей, доповненій числовими значеннями руху частинок металу. Найбільша швидкість при цьому спостерігається на зовнішній стороні бічних граней в місцях формування хибних фланців. У поперечному напрямку найбільші значення

швидкості плинну металу спостерігаються на зовнішній стороні бічних граней хибних фланців. Зі сторони нижнього валка і по вертикальній осі розкату спостережувані значення найменші. Поле швидкостей по висоті відповідає області найбільшого плинну металу, тобто з боку нижнього рівчака калібру в місцях контакту металу з валками.

Ступінь деформації якісно відповідає швидкості плинну металу по висоті. Інтенсивність швидкості деформації зсуву H рівномірна майже по всьому перерізу, окрім ділянок, які вступили в контакт з валками.

Переходимо до аналізу деформованого стану заготовки в осередку деформації. Обираємо переріз на відстані 30 мм до вертикальної осі валків – після контакту всієї поверхні металу з калібром. Отримані поля наведено на рис.5.

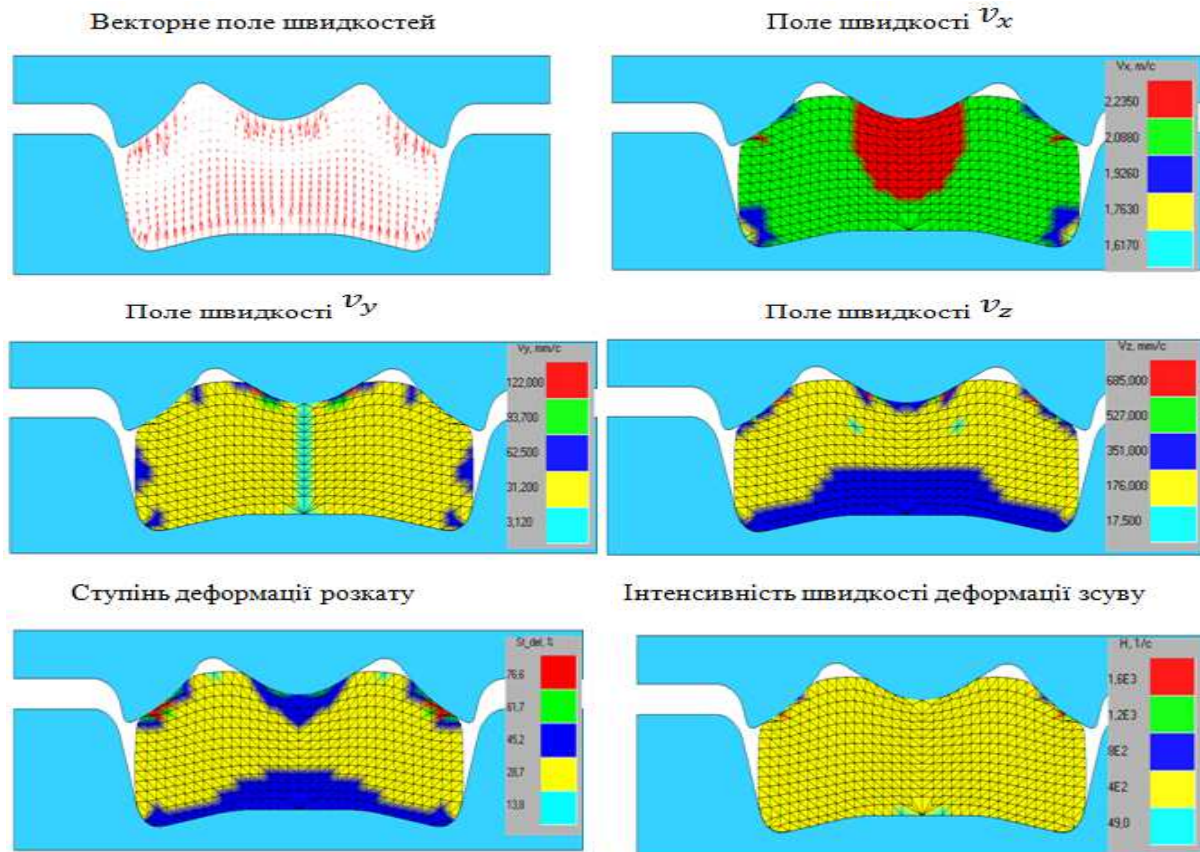


Рисунок 5 – Отримані поля в результаті розрахунку в площині за 30 мм до вертикальної осі валків

Плин металу зберігає попередню закономірність, яка спостерігалася на рис.4. При цьому він стає більш інтенсивним. Це пов'язано із збільшенням поверхні контакту металу з валками і зростанням обтиснення.

Швидкість в поздовжньому напрямку поступово набуває найбільших значень зі сторони гребеня верхнього рівчака калібру внаслідок проникнення гребеня в метал та інтенсивного обтиснення в цій зоні. У поперечному напрямку швидкість в осередку деформації змінилася – найбільші її значення спостерігаємо в крайніх частинах розкату. При цьому всередині і по стінці зі сторони нижнього рівчака вона рівномірна. Поле швидкостей V_z не змінило свою якісну картину в порівнянні з площиною, розглянутою на вході в осередок деформації.

Те ж саме можна сказати і про ступінь деформації. Найбільше значення – 76% – досягається в верхній частині калібру по зовнішній стороні з боку бічних граней. Велике значення ступеня деформації – також на ділянці зі сторони гребеня верхнього валка.

Значення параметра H рівномірне по всьому перерізу розкату, окрім невеликих ділянок з боку верхнього рівчака на зовнішній похилій частині і по центру зі сторони нижнього рівчака.

Проаналізуємо третій переріз – поперечну площину розкату на вертикальній осі валків. Отримані в результаті розрахунку поля зображено на рис.6.

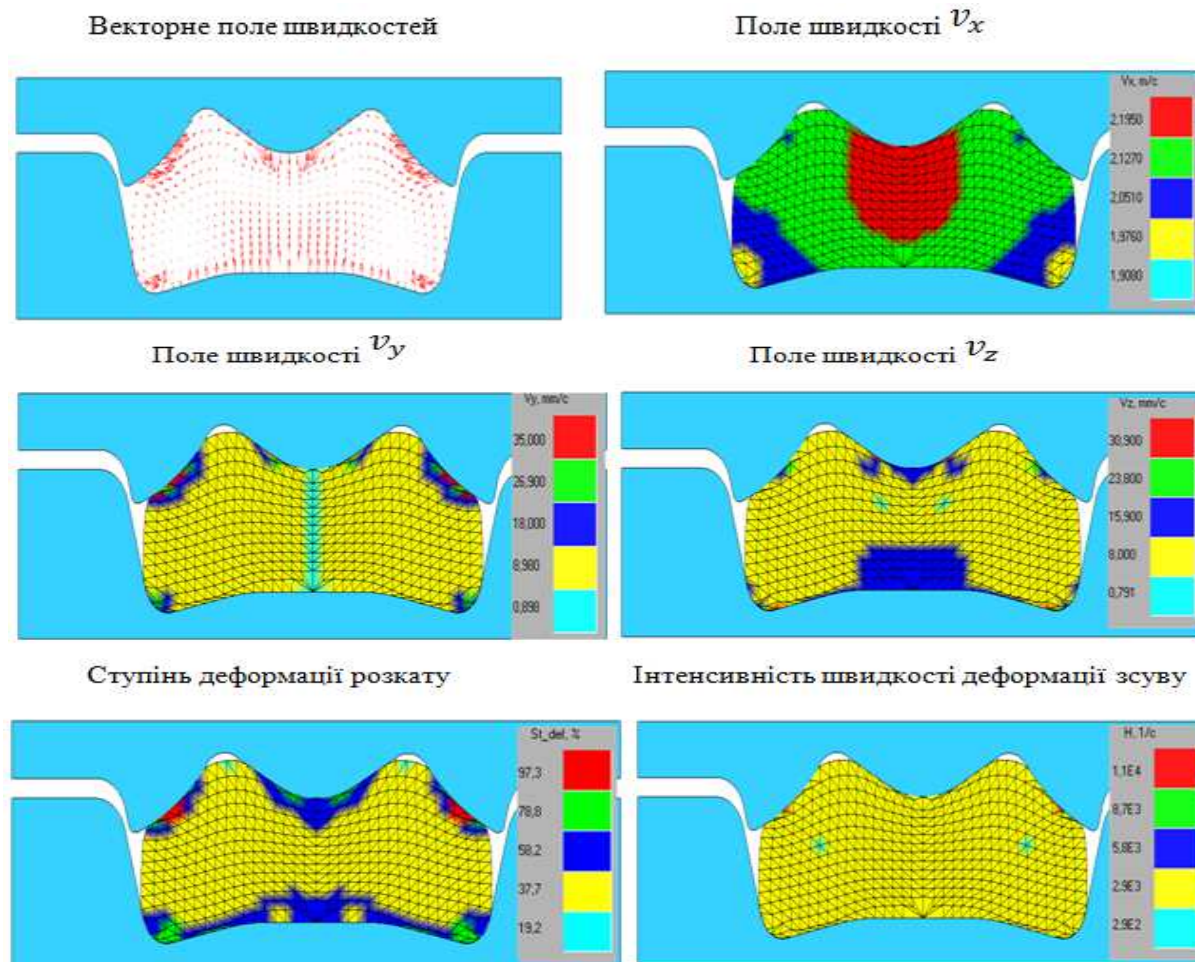


Рисунок 6 – Отримані поля в результаті розрахунку для кліті № 9 на осі валків

Бачимо перетікання металу в верхню частину розкату. Найбільш інтенсивний плин металу направлений на заповнення металом ввігнутих ділянок верхнього рівчака калібру.

Швидкість плину металу в поздовжньому напрямку якісно відповідає попереднім даним після аналізу двох попередніх перерізів. Поля швидкостей переміщення частинок в поперечному напрямку і по висоті також співпадають з аналогічними полями, що попередньо розглядалися.

Поле ступеня деформації в перерізі, що знаходиться на горизонтальній осі валків, якісно не змінилося, спостерігається лише збільшення числових значень внаслідок зростання обтиснення по мірі руху розкату осередком деформації. Інтенсивність швидкості деформації зсуву зберігає рівномірний характер, окрім невеликих за площею ділянок з боку бічних граней верхнього рівчака калібру, де спостерігаємо її найбільші значення.

Висновки. Проведено комплексний аналіз деформованого стану металу без спрощення форми інструменту і заготовки. З розрахунку видно якісну зміну показників

деформованого стану по всій довжині осередку деформації. Було встановлено, що досліджуваний калібр недозаповнений металом по ширині на 4 мм. Недозаповненими металом на 1,5 мм виявилися ввігнуті ділянки верхнього рівчака. Відхилення габаритних розмірів розкату від встановлених калібровою не перевищує 3,7%, відхилення по площі розкату становить 2%. Недозаповнення калібра може призвести до його нерівномірного зносу і невиконання розмірів готового профілю після закінчення прокатки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Илюкович Б.М. Прокатка и калибровка: справочник. Том 5 / Б.М.Илюкович, Н.Е.Нехаев, В.П.Капелюшный. – Днепропетровск: РИА «Днепр-Вал», 2004. – 375с.
2. Совершенствование технологии производства сортовых профилей на стане 600 ОАО «АМК» / М.Б.Луцкий, И.К.Дорожко, А.А.Чичкан, В.А.Луценко // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2002. – С.188-192.
3. Пат. 23027 Україна, МКИ В21В 1/08. Спосіб виробництва профілів швелерного типу / М.Б.Луцкий, И.К.Дорожко, В.А.Луценко и др.; заявник та патентовласник МПНКП «Патент-Ліцензія» – № 95031257; заявл. 21.03.95; опубл. 30.06.98, Бюл. №3. – 5 с.
4. Чичкан А.А. Разработка элементов теории и технологии производства швеллеров с применением в фасонных калибрах переменного изгиба стенки: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. техн. наук: 05.03.05 / А.А.Чичкан. – Донецк, 2000. – 21с.
5. Кочетов И.М. Калибровка валков с применением систем развернутых калибров / Кочетов И.М. – М.: *Металлургия*, 1971. – 112с.
6. Процессы деформации металла на основе многовалковых калибров: монография / Огинский И.К., Данченко В.Н., Самсоненко А.А., Бояркин В.В. – Днепропетровск: Пороги, 2011. – 355с.
7. Поляков М.Г. Деформация металла в многовалковых калибрах / М.Г.Поляков, Б.А.Никифор, Г.С.Гун. – М.: *Металлургия*, 1979. – 242с.

Надійшла до редколегії 07.09.2015.