ЛЕКЦІЯ 8

3. ПОГОННІ СИЛИ ТА ПРОГІБ ВАЛКІВ КЛІТІ КВАРТО

ПЛАН ЛЕКЦІЇ

1. Теоретичне визначення нерівномірності погонних сил по ширині штаби.
2. Формули для розрахунку прогинів валків.
3. Вплив деяких чинників на профілювання робочих валків.

3.4 Теоретичне визначення нерівномірності погонних сил по ширині штаби

Для вирішення цього завдання використали кінцеве - різницевий метод [26,72]. Середнє нормальне контактне напруження на кожній ділянці *Δy* по ширині штаби (рис.3.8) розраховували по відомому методу [28], який забезпечує отримання результатів близьких до реальних (див. рівняння (1.2)і (1.3))

$$p_{ср.у} = \sigma_ф \left[0,5\ \xi_З + \xi_П + a \cdot C_Н \cdot f_П \cdot l_{СП} / h_{СР} \right] \frac{l_П}{l_{СП}} + 0,5 \cdot \sigma_ф \frac{l_{УП}}{l_{СП}}; \quad (3.19)$$

:

$$\left.\begin{aligned} C_H &= 0{,}17\ \ 1+14{,}7 f_П\ \ - при \quad f_П \le 0{,}12 \\ C_H &= 0{,}48 - при \quad f_П \ge 0{,}12 \end{aligned}\right\}$$

де a - коефіцієнт, що враховує спотворення форми епюри внутрішніх напружень від поперечної взаємодії сусідніх подовжніх дільниць (a = 1,1…1,2)[26].

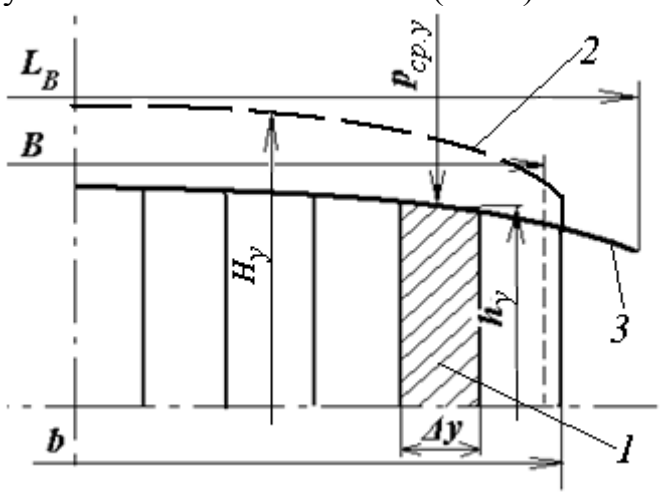
Без урахування впливу долі пружною складовою валка $l_{УП}$, що допустимо, формула набере вигляду:

$$p_{CP} = \sigma_Ф \left[0{,}5\ \ \xi_З + \xi_П\ \ + a \cdot C_H \cdot f_П \frac{l_C}{h_{CP}} \cdot \right] \tag{3.20}$$

Формула (3.20) має високу точність, оскільки розрахункові формули для коефіцієнта тертя отримані раніше з дослідного випередження без урахування впливу ділянок $l_{УП}$ осередку деформації [28,91]. .

Повністю алгоритм розрахунку середньої нормальної напруги дан в роботі [65].

У першому варіанті розрахунку виконаний аналіз впливу змінного обтиснення по ширині штаби, на нерівномірність розподілу погонних сил на пружно-пластичному контакті штаби з валком (ППК)



.

Рисунок 3.8 - Розрахункова схема: 1 - елемент штаби; 2 – підкат; 3 - робочий профіль робочого валка

При цьому вважали, що нерівномірність обтиснення по ширині (між серединою і краєм штаби) складає деяку величину рівну $ΔП$=0…0,15 мм. Змінний параметр обтиснення $ΔП$ припускає що його величина формується усіма технологічними чинниками, діючими на осередок деформації. Відповідно до рекомендацій [26,72] осередок деформації по ширині штаби розбивали на ділянці $Δy$=50мм (рис. 3.8) і для кожної з них розраховували середнє нормальне контактне напруження $p_{CP.y}$ (Н/мм^2), і погонну силу $p_У$ (Н/мм).

Розрахунок $p_{CP.У}$ виконували з урахуванням пружних деформацій валків і штаби за формулою (3.20).

Параметри деформації по ширині штаби розраховували по приведених нижче формулах. Середня товщина початкової (H_{CP}) і кінцевої (h_{CP}) штаби рівна (мм) :

$$H_{cp} = H_к + 0{,}67\,\delta H_0; \quad h_{cp} = h_к + 0{,}67\,\delta h_0, \tag{3.21}$$

где δH_0 и δh_0 – різнотовщинність підкату і штаби відповідно; H_K *и* h_K - товщина підкату і готової штаби на кромках штаби.

Середні величини обтиснень абсолютного і відносного рівні:

$$\Delta h_{cp} = H_{cp} - h_{cp}; \quad \varepsilon_{cp} = \Delta h_{cp} / H_{cp}.$$

Вказані вище параметри розраховують для кожного елементу ширина якого може бути прийнята рівною Δy=50 мм. Погонну силу в контакті штаби з валком на кожній ділянці Δy визначають за формулою, Н/мм

$$p_y = p_{cp.y} \cdot l_{c.y}, \tag{3.22}$$

де $l_{c.y}$- довжина дуги контакту з урахуванням пружних деформацій валків і штаби.

Сила прокатки на усій ширині штаби рівна, МН

$$P = \sum_{1}^{K} p_{cp.y} \cdot l_{c.y} \cdot \Delta y \tag{3.23}$$

де К - число кінцевих елементів штаби.

Ця сила має дорівнювати силі прокатки, визначеного з усереднених по площі контакту параметрів деформації по усій ширині, тобто:

$$P = p_{cp} \cdot l_c \cdot B, \tag{3.24}$$

де p_{cp} - середнє нормальне контактне напруження, Н/мм^2; В - ширина штаби,мм.

Товщину штаби в кожному перерізі до і після прокатки визначали з формул:

$$H_y = H_к + \delta H_y; \qquad h_y = h_к + \delta h_y; \tag{3.25}$$
$$\varepsilon = (H_y - h_y)/H_y;$$

де $\Delta h_У$ і $\delta h_У$- поперечна різнотовщинність підкату і штаби відносно краю в перерізах, мм.

При параболічної форми поперечних перерізів підкату і штаби отримаємо

$$\delta H_y = \delta H_0 \left(1 - (2y/B)^2\right); \qquad \delta h_y = \delta h_0 \left(1 - (2y/B)^2\right); \tag{3.26}$$

$$\Delta\Pi = \delta H_0 - \delta h_0; \tag{3.27}$$

де *ΔП* - різниця величин поперечної різнотовщинності підкату і штаби в данному подовжньому перерізі.

На рис.3.9 представлені результати теоретичних досліджень [67,71] з використанням кінцеве - різніцевого методу впливу технологічних параметрів на коефіцієнт нерівномірності n_1 по ширині осередку деформації при зміні в межах: *B*/L=0,59...0,88, Δ*П/Н*=±0,05...0,15 і ε=0,2....0,4. Результати досліджень представлені на рис.3.9. З розрахунків виходить, що параметр Δ*П*/Н робить істотний вплив на нерівномірність розподілу погонних сил і при більшому обтисненні в середині ширини штаби (Δ*П*/Н>0) коефіцієнт n_1 менше одиниці (n_1<1,0).

В умовах прокатки штаб можливі два крайні випадки зміни параметра Δ*П/Н* по ширині штаби. У першому випадку (прокатка вузьких штаб- *B/L*=0,7) параметр Δ*П/Н*>0 коефіцієнт n_1<1, тобто епюра погонних сил p(y) (пружно-пластичній контакт - ППК) на контакті штаби з валком має опуклу форму. Такий характер зміни p(y) можливий коли обтиснення більше в середині ширини штаби (при середньому відносному обтисненні ε_{CP} =const) або при менших відносних обтиснень ε_{CP} при ΔП/Н =const.

У другому випадку при Δ*П/Н(*0 епюра погонних сил на ППК має увігнуту форму коли коефіцієнт n_1>1. Такий характер розподілу p(y) має місце при прокатуванні широких штаб (B/L=0,7…0,88) з великим обтисненням на кромках штаби. Збільшення відносних обтиснень ε_{CP} при ΔП/Н =const сприяє вирівнюванню погонних сил. При прокатуванні штаб з ΔП/Н=0 погонні сили рівномірно розподілені по ширині шттаби, а коефіцієнт нерівномірності рівний n_1=1.

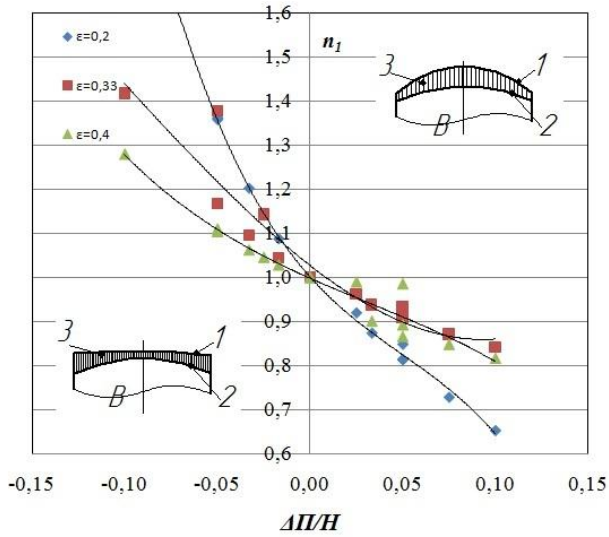


Рисунок 3.9-Вплив нерівномірності обтис-неання ΔП/Н на коефі-цієнт нерівномірності n_1 (НСХП 1700, Н=1.3 мм; В=1000....1500 мм; сталь марки 08кп; діаметр вал-ків 500 мм (1 - підкат; 2- штаба; 3 - поле обтис-нень).

Теоретичні результати розрахунків достатньою мірою адекватні резуль-татам відомих експері-ментальних досліджень. В результатІ теоретичних досліджень отримали узагальнювальні формули:

для ΔП/Н>0 (при *B/L*<0,72) - $n_1 = 0{,}81 + 1{,}35 \cdot \varepsilon - 3\Delta П/H \left(+1{,}67 \cdot \varepsilon\right)$ (3.28)

для ΔП/Н<0 (при *B/L*>0,72)- $n_1 = 1{,}3 - 1{,}08 \cdot \varepsilon - 5\Delta П/H \left(-0{,}8 \cdot \varepsilon\right)$ (3.29)

Формули (3.28) і (3.29) отримані за умови постійних значень температури і напруження натягнення по ширині штаби і вони дають значення, адекватні залежностям на рис.3.9. Результати досліджень, представлені на рис.3.9 і формулами (3.28) і (3.29), дозволяють стверджувати, що коефіцієнт n_1 при прокатки штаб визначається величиною відносного обтиснення штаби і усіма технологічними чинниками, оскільки вони визначають поперечну різнотовщинність штаби по клітях стана. Очевидно, для кожного прокатного стана мають місце свої найбільш характерні величини різнотовщинностей штаб (ΔП/Н) і коефіцієнта n_1.

Різноманіття чинників, що впливають на параметр (*ΔП/Н)*, не дають можливості однозначно встановити його значення для конкретного стана і тому формули (3.28) і (3.29) представляють науковий інтерес з точки зору пізнання закономірностей формування нерівномірності розподілу погонних сил на ППК.

Визначення коефіцієнта n_1, придатного для практичного використання, виконували методом зворотного перерахунку за дослідними даними прогинів валків, експериментальних значень сили прокатки, формули (3.8) для визначення коефіцієнта *n* і формул для розрахунку прогинів робочого і опорного валків, що враховують в якості складових коефіцієнти *n* і n_1 (формула (3.32)) [12]. Розрахунки коефіцієнта n_1 виконали за дослідними даними М.М. Сафьяна і В. П. Холодного [73] , П. І.Грудєва[74] (таблиці.3.1) і А.В.Третьякова [75]. На підставі обробки результатів отримано наступне вираження для середньозважених значень коефіцієнта n_1

$$n_1 = 6{,}44\left(\frac{B}{L}\right)^4 - 19{,}42\left(\frac{B}{L}\right)^3 + 22{,}12\left(\frac{B}{L}\right)^2 - 11{,}2\frac{B}{L} + 3{,}0 \qquad (3.30)$$

При наявності кінцевих скосів на опорних валках параметр L (довжина бочки) в виразі (3.30) слід замінити на довжину активної частини валка L_2 табл.3.1 коефіцієнт n_1 визначено методом зворотного перерахунку з використанням формули для розрахунку власне прогину робочого валка і досвідчених данихW_{10} (W_{10} – дослідне значення прогину робочого валка, W^*_{1P}-розрахункове значення прогину робочого валка коли $n = n_1 = 1{,}0$, W_{1P}-озрахункове значення прогину робочого валка коли $n \neq 1{,}0$ и $n_1 \neq 1{,}0$).

Таблиця 3. 1 - Параметри деформації і прогину робочого валка за даними П. І. Грудєва (відносно краю бочки) і розрахункові (W^{*1P} при $n=n_1=1$ і W_{1P} при $n(n_1)\neq1$)

№випробування	P,МН	B,мм	n	n_1	W_{10},мм	W_{1P},мм $n=n_1=1$	W_{1P},мм $n(n_1)\neq1$
1	10	1400	0,37	0,94	0,13	0,270	0,153
2	14	1400	0,37	0,94	0,18	0,317	0,215
3	18	1400	0,37	0,94	0,225	0,484	0,276
4	10	1700	0,53	0,94	0,04	0,147	0,026
5	14	1700	0,53	0,94	0,06	0,205	0,036
6	18	1700	0,53	0,94	0,075	0,264	0,046
7	10	1900	0,72	0,96	0,01	0,079	-0,007
8	14	1900	0,72	0,98	0	0,111	-0,01
9	18		0,72	0,98	0	0,143	-0,013

П. І.Грудев виконував дослідження на одноклітьовому листовому стані 2180 ПАТ «Запоріжсталь» з діаметрами валків : робочих - 490 мм і

опорних - 1300мм (без кінцевих скосів), верхній робочий валок мав діаметральну опуклість f=0,3мм. Як слідує з табл.3.1, прогин робочих валків W_{1O} зростає зі збільшенням сили прокатки (окрім штаб з B=1900мм) і зменшенням ширини листа.

Розрахункові величини прогинів валка W^*_{1P} при $n=n_1=1$ (тобто якщо прийняти рівномірний розподіл погонних сил) в якісному плані відповідають дослідним даним, проте істотно (у середньому ~2,9 раз) перевищують дослідні значення. Отримані зворотним перерахунком величини коефіцієнта n_1 змінюються в межах 0,94...0,98, тобто, в цих дослідах, практично мало залежать від відношення B/L. За даними інших досліджень коефіцієнт n_1 змінюється в межах 0,89…1,09.

Розрахункові величини прогинів робочих валків W_{1P} при $n\neq n_1\neq1$, з урахуванням нерівномірного розподілу погонних сил на міжвалковому контакті (МВК) і на ППК, тобто при визначенні коефіцієнтів n і n_1 відповідно по формулах (3.8), (3.9) і (3.30), в значно більшої степені ближче до дослідних значень прогинів (помилка 35%), особливо при випробуваннях на широких листах, ніж при розрахунку W^*_{1P} з коефіцієнтами $n=n_1=1$/

Аналогічні результати розрахункових прогинів робочих валків W^*_{1P} і W_{1P} отримані також і відносно дослідних даних М.М.Сафьяна і В. П. Холодного, А.В.Третьякова .

Таким чином, теоретичні дослідження зміни нормального контактного напруження і погонних сил по ширині штаби в осередку деформації дозволили встановити загальні закономірності впливу нерівномірності обтиснення на коефіцієнт нерівномірності погонних сил. Шляхом обробки експериментальних даних отримані значення коефіцієнта n і n_1, необхідні для розрахунку реальних величин прогинів робочих валків.

3.5 Формули для розрахунку прогинів валків

У чотиривалковій кліті листового (штабового) прокатного стана профіль поперечного перерізу штаби і її площинна значною мірою визначаються прогином опорного і робочого валків і їх профілюванням. У свою чергу власний прогин робочого валка (нерівномірність сплющення робочого валка у контакті з опорним валком) обумовлений нерівномірністю розподілу погонних сил на міжвалковому контакті і на контакті зі штабою (см рис.1.4).

Для розрахунку власного прогину робочого валка відомі методи, запропоновані в роботах П. І.Грудєва, Л.І.Боровика, В. П. Полухіна, А.А.Будакви і Ю.В.Коновалова та ін. Останній метод відрізняється від інших тим, що враховує вплив профілювання (зношення) валків. Проте вказані методи розрахунку занадто громіздкі і, головне, не враховують вплив нерівномірності розподілу погонних сил на контакті робочого валка і штаби.

Власний прогин робочого валка по осі від моменту сили прокатки, що вигинає, с урахуванням нерівномірності погонних сил між валками q(y) і у контакті зі штабою p(y) (см рис.1.4) можна визначити з диференціального рівняння зігнутої осі балки, що лежить на пружній основі (на опорному валку) використовуючи початкове рівняння

$$E_1 J_1 W_1^{IV} = p(y) - q(y) \tag{3.31}$$

де J_1 - модуль інерції перерізу робочого валка; W_1 -прогин робочого валка.

З рівняння (3.31) (при $E_1 \cdot J_1 = const$) в загальному випадку слідує, що при p(y=B)>q(y=L) робочий валок прогинатиметься опуклістю на штабу (прокатка широких штаб), а якщо p(y=B)<q(y=L), то опуклістю на опорний валок (вузькі штаби). Прогин робочого валка відсутній якщо p(y=B)=q(y=L)..

Після рішення рівняння (3.31) з урахуванням залежностей (3.8), (3.9) і (3.30) і вважаючи для першої похідної y = *l*, W_I=Q/2; при другому рішенні y = *l*, W_{II} = 0; при третьому рішенні y = 0, W_{I11} = 0, після четвертого рішення з урахуванням прогину від поперечної сили остаточно отримуємо [12] (m=2)

$$W_1 = \frac{PL_a^3 A_1}{384 E_1 I_1}\left\{\begin{array}{l}\dfrac{3}{2+n}\left[3-1{,}7\ \ 1-n\ \right]-\dfrac{B^3}{L_a^3}\dfrac{3}{2+n_1}\times \\ \times\left[1-4\dfrac{L_a}{B^2}+6\dfrac{L_a^2}{B^2}--8\ \ 1-n_1\ \left(0{,}5\dfrac{L_a^4}{B^4}-0{,}167\dfrac{L_a^3}{B^3}-0{,}12\right)\right]\end{array}\right\}+ \tag{3,32}$$

$$+\frac{PL_a A_1 k}{4\pi R_1^2 G_1}\left[\frac{3}{2+n}\left(0{,}5-\frac{1-n}{4}\right)-\frac{B}{L_a}\frac{3}{2+n_1}\left(0{,}5-\frac{1-n_1}{4}\right)\right]+$$

$$+\frac{QL_a^3}{32E_1 I_1}\left[\frac{a}{L_a}\left(1-\frac{2}{3}\frac{a^2}{L_a^2}\right)-\frac{1}{3}\right].$$

Прогин опорного валка відносно довжини La від дії моменту, що вигинає, поперечної сили і моменту, що затискує в підшипникових опорах рівний

$$W_2 = \frac{PL_a^3 A_1}{29,5E_2I_2}\left[\begin{array}{l}\dfrac{1+2n}{2+n} + 2,9\dfrac{E_2I_2L_a}{G_2R_2L_a^3}\left(1-\dfrac{L_a}{2L}\right) - \\ -0,92\left(\dfrac{a}{L_a}-1\right)\end{array}\right], \qquad (3.33)$$

де E_1, E_2 - модулі пружності відповідно робочого і опорного валків; I_1, I_2 - моменты інерцій перерізів відповідно робочого і опорного валків; R_1, R_2 - радіуси робочого і опорного валків; k - коефіцієнт, що відповідає за форму перерізу (k=1,2); *a* - відстань між осями натискних гвинтів; Q - сила противигину робочого валка; A_1 - коефіцієт впливу противигину на силу прокатки; L*a* (L_2) -довжина фактичного міжвалкового контакту.

Модулі пружності для сталевих валків рівні $E = 2,2\cdot10^5$ Н/мм^2, для чавунних валків $E=l,86\cdot10^5$ Н/мм^2; модулі зсуву - для сталевих валків G=8,2·104 Н/мм^2, для чавунних $G=6,9\cdot10^4$ Н/мм^2; момент інерції перерізу валка визначають по формулі

$$I_i = \pi D_i^4 / 64,$$

а коефіцієнт A_1 - по формулі

$$A_1 = 1 + Q / P.$$

У формулі (3.32) перший доданок враховує вплив моменту, що вигинає, другий - перерізуючих сил, третій, - противигину валків. Крім того, в першому і другому доданків перші складові відображають дію погонних сил q(y), що обумовлюють величину прогину робочого валка, а друге - дії погонних сил p(y), протидіючих вигину робочого валка. У формулі (3.33) перший доданок відображає вплив моменту, що вигинає, другий - перерізуючої (поперечної) сили, третій, - затискаючого моменту в підшипникових опорах шийок опорних валків.

Сумарний прогин робочого валка відносно довжини L_a (L_2) визначається за формулою

$$W_P = W_1 + W_2 . \qquad (3.34)$$

Термін «прогин валка» означає викривлення осі валка, в результаті якого вісь валка придбає параболічну форму. Стрілка викривлення для опорного валка, шийки якого затиснені в подушках, спрямована по напряму діючої сили. Стрілка викривлення власне прогину робочого валка відповідає характеру розподілу погонних сил на ППК. При $n_1<1$ стрілка викривлення осі спрямована у бік опорного валка (вузькі штаби), а при $n_1\geq1$ - у бік штаби (широкі штаби). Для отримання необхідного якісного поперечного профілю

штаби твірні бочок валків виготовлюють зі спеціальним профілем.

Для розрахунку необхідної величини опуклості або угнутості робочого валка для компенсування прогинів валків слід використати формулу (1.12)

$$f_p = \left[W_1 + W_2 - \frac{\delta h_П}{2} \left(\frac{L_2}{B} \right)^2 \right] \left(\frac{L}{L_2} \right)^2 - \frac{1}{2} \; f_{ОП} - \delta_B \; - f_T, \qquad (3.35)$$

Для виконання розрахунків прогинів по формулах (3.32) -(3.34) необхідно знати параметри n і n_1 нерівномірності розподілу погонних сил, по довжині валків і ширині штаби, які визначають по формулах (3.8) (3.9) (3.30). Параметри $f_{ОП}$ і δ_B приймають з практичних даних ($f_{ОП}$- опуклість опорного валка; (δ_B- зношення опорного валка по осі). Величина $\delta h_П$ є поперечною різнотовщинностю штаби (листа), що допускається, для чистової кліті (проходу), а для проміжних клітей (проходів) визначається по формулі

$$\delta h_{Пi} = \delta h_П \cdot h_i / h, \qquad (3.36)$$

де h_i - товщина штаби в проміжній кліті (проході); h - кінцева товщина штаби.

3.6 Вплив деяких чинників на профілювання робочих валків

Розрахунок величин опуклостей (угнутостей) твірних робочих валків (верстатне профілювання), для компенсації їх прогинів (спільно з прогином опорних валків) виконують за формулою (1.12), (1.35).

Аналіз впливу різних чинників на профіль твірних робочих валків представлено на рис.3.10-3.13.

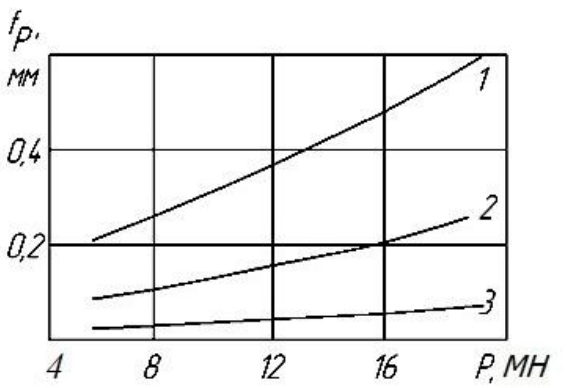


Рисунок 3.10 - Вплив сили прокатки на профілі робочого валка при n_1: 1-0,655; 2- 0,875; 3- 1,0 (B=1000 мм, $f_{оп}$ =0).

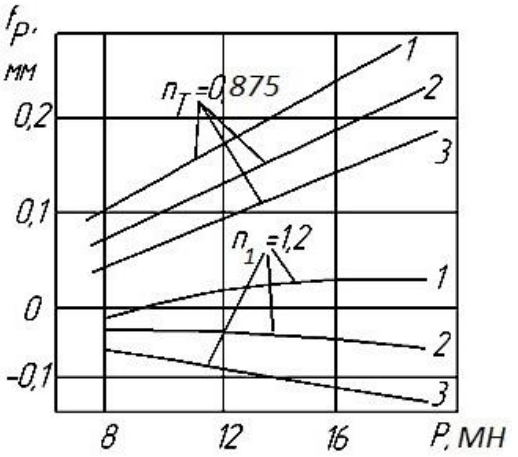


Рисунок 3.11 -Зміна профілю робочого валка залежно від сили прокатки при *B/L*: 1-0,59; 2-0,705; 3-0,825 (f_{on}=0)

Розрахунок профілювання робочих валків виконували для кліті стана 1700 холодної прокатки: D_1 =500 мм, D_2= 1300 мм, L= 1700 мм, L_2 = 1530 мм, $\delta h_П$=0, f_T=0, δ_B=0. З рис.3.10 слідує, що збільшення сили прокатки, а отже, і прогину валків викликає необхідність відповідного збільшення і опуклості робочого валкаВеличина прогину залежить від степені нерівномірності погонних сил по ширині штаби, що характеризується коефіцієнтом n_1. При $n_1 < 1$ епюра погонних сил p(y) має опуклу форму ($p_0>p_1$) і сприяє збільшенню прогину робочого валка і, разом з цим, обумовлює необхідність збільшення опуклості робочого валка.

Так, при P=12МН і n_1=1,0 (рівномірний розподіл погонних сил) необхідна опуклість валка складає f_P≈0,05мм, а для n_1=0,875 власний прогин робочого валка можна компенсувати опуклістю, рівною f_{P1} =0,2мм. Під власним прогином робочого валка, як звісно, розуміють нерівномірне пружне його сплющення на контакті з опорним валком в результаті нерівномірного розподілу погонних сил на ППК, тобто на контакті зі штабою. Приріст величини пружного сплющення робочого валка в другому випадку визначається таким чином

$$\delta_{СП}=f_{P1} - f_P = 0,2 - 0,05=0,15мм.$$

Вплив коефіцієнта n_1 на профіль твірної робочого валка для штаб різної ширини підтверджується даними рис.3.11. Для коефіцієнта n_1 =0,875 при усіх розмірах штаб збільшення сили призводить до збільшення опуклості валка для компенсування прогинів валків. Проте для коефіцієнта n_1 = 1,2 при прокатуванні штаб шириною B/L>0,7 власний прогин робочого валка, а отже, і величина профілю вступає в негативну область і зменшується у міру збільшення сили прокатки. Отриманий характер зміни величини f_P (і власного прогину робочого валка) обумовлено характером нерівномірності розподілу погонних сил на ППК.

З формули (3.34) виходить, що сумарний прогин робочого валка обумовлений завжди позитивною величиною прогину опорного валка W_2 і позитивним (або негативним) власним прогином, тобто нерівномірним

пружним сплющенням на контакті з опорним валком. При цьому, якщо величина погонних сил на ППК має більше значення в середині довжини валка ($p_0 > p_1$, $n_1<1$), то в цьому перерізі має місце великі значення пружного сплющення і прогину валка (+ W1 - робочий валок прогинається опуклостю на опорний валок), а якщо $p_0 < p_1$ ($n_1 \geq 1$- більша погонна сила на краях), власний прогин робочого валка негативний (–W1 - робочий валок прогинається опуклостю на штабу) і $W_P<W_2$. В цьому випадку твірну робочого валка виготовляють з увігнутим профілем ($-f_P$).

З рис.3.10 слідує, що сила при прокатуванні вузьких штаб ($n_1<1$) істотно (лінійно) впливає на величину опуклості і, отже, незначна зміна стану технологічних параметрів робитиме помітний вплив на прогин робочого валка і якість поперечного профілю штаби.

Застосування на прокатних станах робочих валків з опуклим профілем бочки, що утворює, окрім достоїнств, має і серйозні недоліки, суть яких полягає в наступному :

1.Підвищене зносу середніх ділянок по довжині опорного валка, контактуючих з опуклою ділянкою робочого валка.

2. Наявність опуклостей на робочому валку обумовлює відмінність їх діаметрів, окружних швидкостей і величин випереджень по ширині штаби погіршує умови отримання плоских штаб, особливо при холодному прокатуванні.

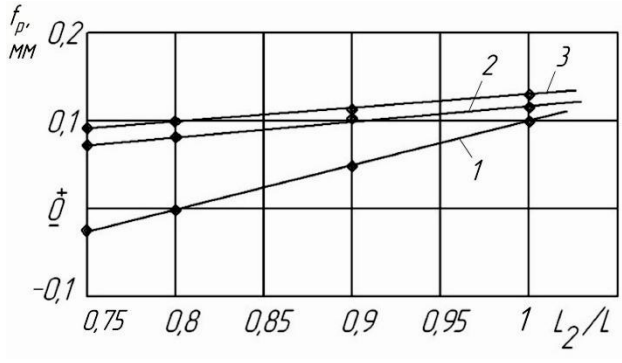


Рисунок 3.12-Влияние профілю опорного валка на профіль робочого валка при *P*, МН:, 1 - 8; 2 - 10; 3 -13; 4 - 18 (*B*=1000 мм, n_1 = 0,875).

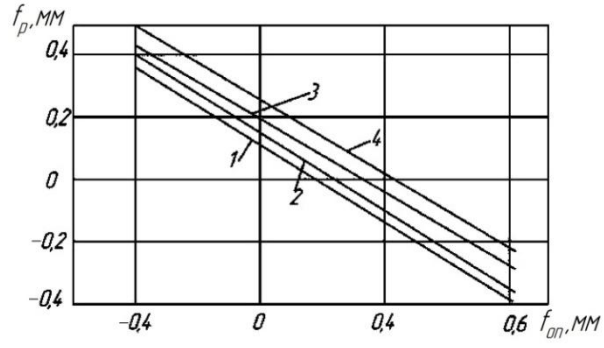


Рисунок 3.13 - Профілі робочого валка залежно від параметра L_2/L опорного валка при Р, МН: 1-9; 2-11; 3-13 (В=1000 мм, f_{on}=0, n_1=0,875).

Для нівелювання впливу цих недоліків доцільно основну частину опуклості робочого валка переносити на опорний валок, відповідним чином зменшуючи можливу шліфувальну опуклість робочого валка (рис.3.12).

Одним із способів зменшення прогину і опуклості робочого валка стало свого часу (кінець 60-х років минулого століття) застосування опорних валків з кінцевими скосами (урізанні) завдовжки 80…100мм. з кожного кінця бочки (рис.1.4). Застосування кінцевих скосів на опорних валках зменшує затискання кінцевих ділянок робочих валків знижуючи при цьому прогин і необхідну його опуклість.

З рис.3.13. слідує, що збільшення довжини кінцевих скосів (урізань) на опорних валках зменшує необхідну початкову опуклість робочого валка, внаслідок зменшення його прогину, і тим більшою мірою, чим менше сила прокатки. Така залежність обумовлена збільшенням співвідношення n_1/n.