

Олександренко Я.С., аспірант

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, e-mail:

oleksandrenkoyaroslav@gmail.com

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ПРОТОЧКИ СПЕЦІАЛЬНОГО ПРОФІЛЯ НА ФАСОННОМУ ВАЛКУ НА ЕНЕРГОСИЛОВІ ЗАТРАТИ ТА НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН ОТРИМАНИХ ВИРОБІВ ПРИ ХОЛОДНОМУ ГНУТТІ СТАЛЕВИХ ПРЯМОКУТНИХ ТРУБ В ТРУБОГІНІ

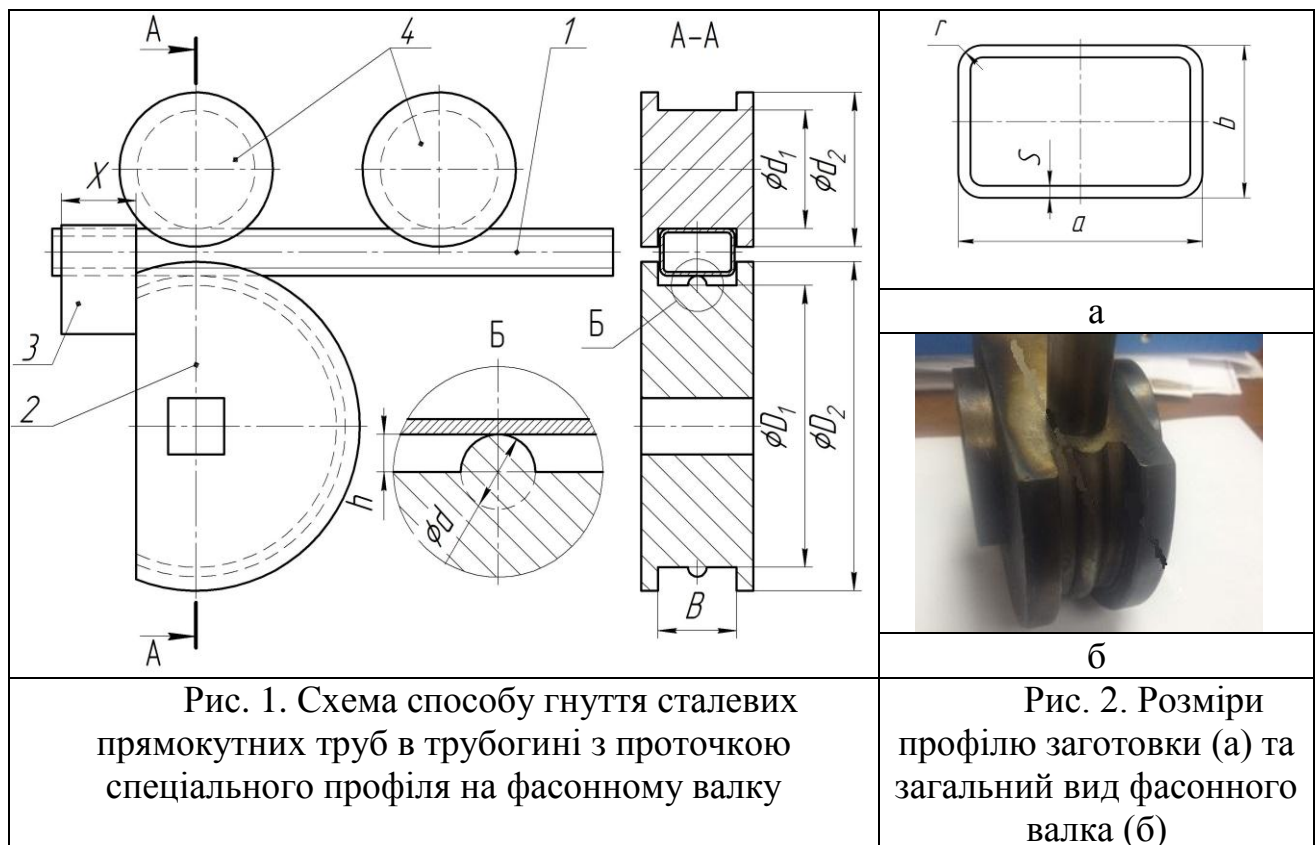
Інтерес великих промислових підприємств до технологій гнуття сталевих прямокутних труб незмінно зростає. Найбільшого поширення вони отримали в суднобудуванні, енергетичному машинобудуванні, автомобілебудуванні та авіабудуванні - для виготовлення елементів каркаса різних металоконструкцій, судів, літаків, автомобілів. Також зростають вимоги до якості отриманих гнуттям виробів, яке полягає у виключенні спотворення форми отриманих виробів і гофроутворення, та зменшення потоншення стінки.

У роботі було проведено дослідження процесу холодного гнуття сталевих прямокутних труб в трубогині з проточкою спеціального профілю на фасонному валку шляхом математичного моделювання в програмному комплексі DEFORM Integrated 2D3DTM, так як вироби не є тілами обертання, тому процес моделювання виконували в об'ємній постановці задачі.

Існують способи гнуття круглих труб і заготовок зі складним профілем поперечного перерізу [1]. При гнутті таких заготовок виникають небажані побічні деформації елементів профілю - овалізація перерізу круглої трубної заготовки, а також втрата стійкості (складкоутворення) на окремих елементах заготовки. Виникнення побічних деформацій є наслідком нерівномірності напружено-деформованого стану елементів заготовки по її ширині та довжині.

Існує спосіб холодного гнуття сталевих прямокутних труб з проточкою спеціального профілю на фасонному валку. Схема формоутворення в трубогині з розмірами фасонного і прижимних валків представлена на рис. 1. Трубна заготовка прямокутного профілю 1 встановлюється в фасонний валок 2. Кінець заготовки 1 фіксується до фасонного валку 2 за допомогою зажимного кільця 3, виконаного по зовнішнім розмірам трубної заготовки. Також заготовка фіксується двома прижимними валками 4. Для запобігання утворенню гофр і складок в зоні згину, що є наслідком напруженого стану при гнутті прямокутних труб, коли нормальні тангенціальні напруження викликають стискаючі радіальні напруження, на поверхні фасонного валка виконують проточку спеціального профілю с виступом, діаметром d і висотою h , вдавнення якого компенсує стискачі напруження. Деформуванню підлягали

прямокутні трубні заготовки зі Сталі 10 (AISI-1010) довжиною $L=300$ мм, з розмірами профілю: $a=40$ мм, $b=25$ мм, $r=4$ мм і товщиною стінки $S=2$ мм (рис. 2а). Гнуття здійснюють поворотом фасонного валка на певний кут. Частота обертання фасонного валка $\nu=3$ об/хв. Величину коефіцієнта тертя брали $\mu=0,08$. Діаметр формуючого спеціальний профіль на робочій поверхні фасонного валка кола d задавали в значеннях $d=10$ мм, $d=15$ мм і $d=20$ мм, значення висоти h приймали рівною половині величини діаметру d . Загальний вигляд фасонного валка з проточкою спеціального профілю представлений на рис. 2б.



Залежність моменту гнуття від кута повороту фасонного валка для трьох значень діаметра d наведена на рис. 3. Максимального значення момент гнуття досягає в кінці процесу гнуття та становить 1350 кН·мм при величині діаметра $d=20$ мм.

Загальний вигляд отриманого виробу представлений на рис. 4 в розрізі з розмірами отриманого виробу, в зоні найбільшого деформування: величини висоти впадини, що вдавлюється, на контактній поверхні заготовки з виступом спеціального профілю фасонного валка h_2 і товщини стінки S_2 , висотою утяжини на протилежній поверхні виробу h_1 , товщиною стінки S_1 і шириною заготовки H . Кут гнуття досягає значення $\varphi=70^\circ$. Величини розмірів h_1 , h_2 , S_1 , S_2 та H для трьох значень діаметра d занесені в таблицю 1.



Рис. 3. Залежність моменту гнуття від кута повороту фасонного валка

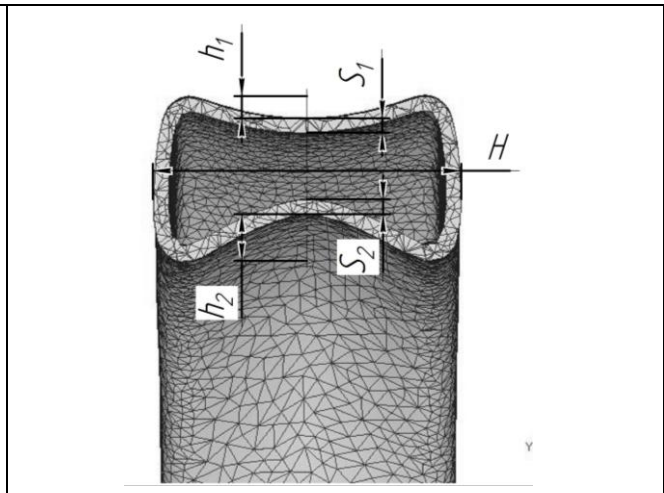


Рис. 4. Загальний вигляд отриманого виробу в розрізі

Таблиця 1. Величина розмірів отриманих холодним гнуттям виробів, мм

d	h_1	h_2	S_1	S_2	H
10	3,06	5,96	1,95	2,11	40,86
15	3,24	7,91	1,94	2,09	41,12
20	3,38	8,67	1,93	2,07	41,44

Розподіл інтенсивності деформацій ε_i в об'ємі zdeформованого металу виробів, отриманих при гнутті з різними величинами діаметра, формоутворюючого спеціальний профіль на робочій поверхні фасонного валка, кола d в зоні найбільшого деформування наведено на рис. 5.

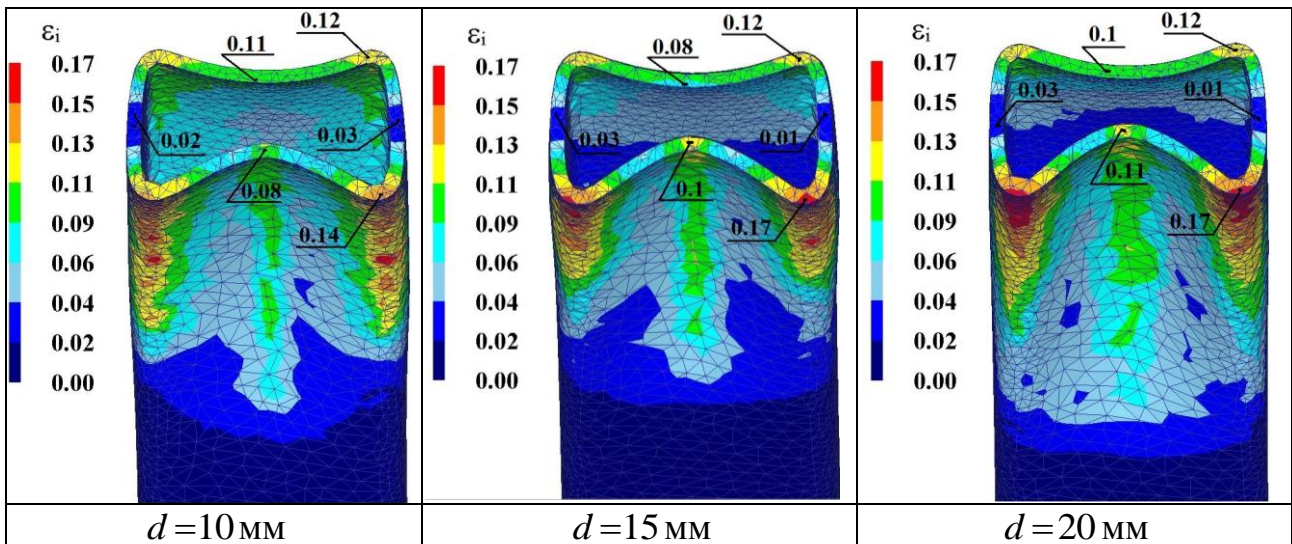
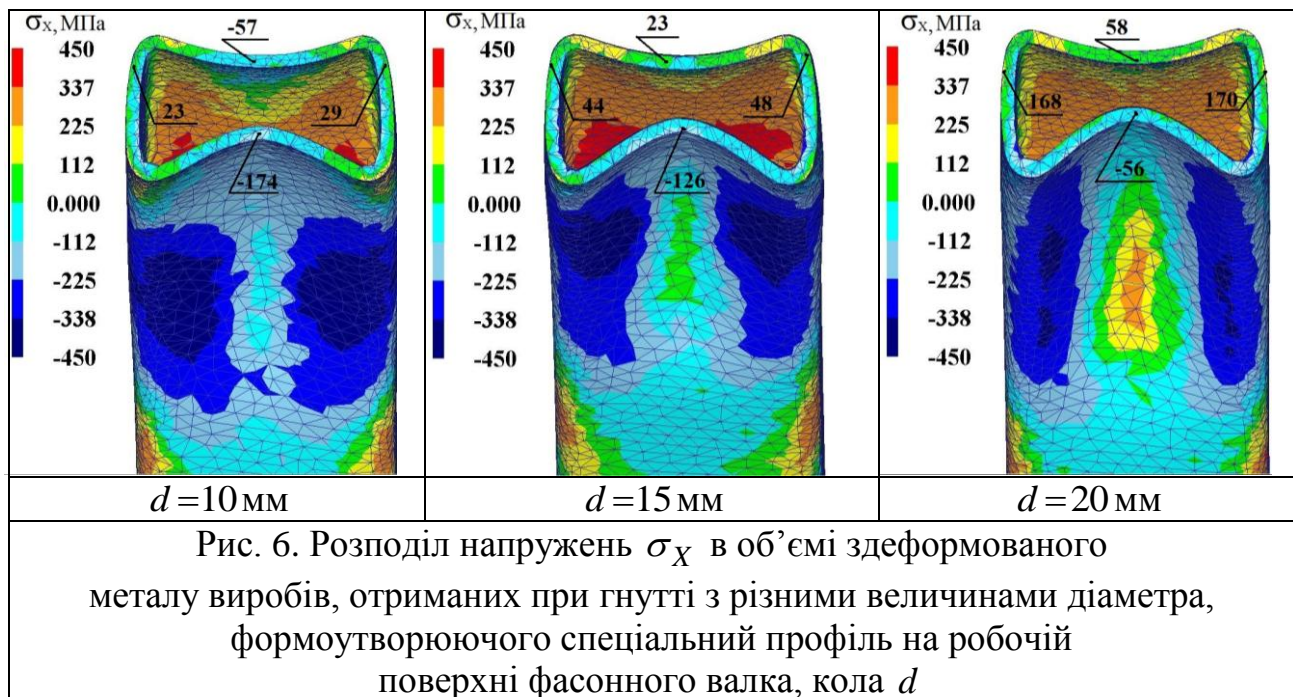


Рис. 5. Розподіл інтенсивності деформацій ε_i в об'ємі zdeформованого металу виробів, отриманих при гнутті з різними величинами діаметра, формоутворюючого спеціальний профіль на робочій поверхні фасонного валка, кола d

Характер розподілу величин інтенсивності деформацій ε_i для трьох величин діаметру, формоутворюючого спеціальний профіль на робочій поверхні фасонного валка, кола d , подібний, зі зменшенням величини діаметра d спостерігається незначне зниження величин інтенсивності деформацій ε_i . Найбільші значення величини ε_i сконцентровані в зонах радіуса скруглення перпендикулярних один одному поверхонь виробу біля вдавненої впадини та утяжини.

Розподіл напружень по осі X (вісь X була прийнята по напрямку довжини заготовки) σ_X в об'ємі здеформованого металу виробів, отриманих гнуттям наведено на рис. 6.



Зі зменшенням величини діаметра d спостерігається незначне зниження величин напружень σ_X .

У проведеному порівняльному аналізі показано збільшення ефективності процесу гнуття сталевих прямокутних труб в трубогині зі зменшенням величини діаметра кола, формоутворюючого спеціальний профіль на робочій поверхні фасонного валка. Обрана найбільш раціональна величина діаметра кола, формоутворюючого профілю виступу проточки спеціального профілю на фасонному валку, $d=10$ мм.

Список використаних джерел:

1. Мошнин Е.Н. Гибка и правка на ротационных машинах. Технология и оборудование. - 2-е изд. перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1967. – 129 с.