

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ГНУТИХ ПРОФІЛІВ З ЕЛЕМЕНТАМИ ПОДВІЙНОЇ ТОВЩИНИ

Тришевський О.І., докт. техн наук, професор, Брик І.І., студент

Державний біотехнологічний університет (м.Харків)

Анотація. Наведені основні принципи проектування технологічних процесів виготовлення гнутих профілів з елементами подвійної товщини. На основі цих принципів розраховані калібрування валків та виготовлені партії профілів за усіма вимогами задовольняючи потребам замовників.

Гнуті профілі з елементами подвійної товщини набули широкого поширення у машинобудуванні та будівництві [1]. У роботі наведений систематизований виклад основних принципів проектування технології для виробництва цих профілів методом профілювання у валках.

1. Схема формоутворення профілю у валках. Зі полосової заготовки шляхом послідовного підгинання крайніх ділянок до кута 180° отримують перехідну форму поперечного перерізу, яку потім деформують до отримання профілю потрібної конфігурації, підгинаючи спільно елементи подвійної та одинарної товщини. Основна вісь (або основна ділянка) профілювання симетричних профілів розташовується посередині ширини заготовки і не змінює свого положення в процесі формоутворення.

2 Визначення технологічних переходів. Під час виготовлення профілів з елементами подвійної товщини з метою форсування формування до 180° максимальний кут підгинання за прохід може бути прийнятий рівним 25° , мінімальний - 15° . За ширини полиць до 80 мм раціональним є режим 0 - 20 - 45 - 70 - 90 - 135 - 160 - 180° за умови, що радіуси в місцях вигину на перших переходах дорівнюють 7 - 15 товщинам заготовки та їхнє зменшення до нуля відбувається шляхом послідовного осадження ділянки заокруглення під час вільного згинання [2]. Збільшені кути підгинання за прохід можна призначати також під час використання способу підгинання до 180° криволінійних у поперечному перерізі полиць із подальшим їх випрямленням (рис.1).

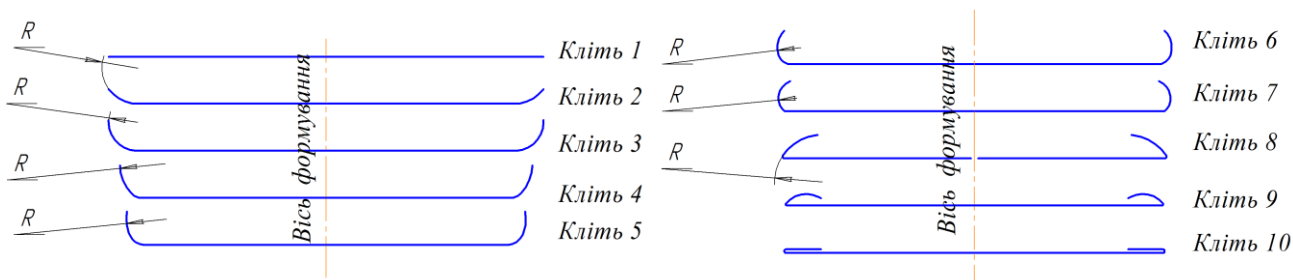


Рис.1 Схема формування елементів подвійної товщини (з запобіганням хвилястості крайок)

3.Вибір радіусів місць вигину. Формувати місця вигину до кута 90° можна по дугах змінних або постійних радіусів. Якщо кращими є змінні радіуси, їхні

кінцеві величини слід вибирати в межах 7-15 товщин полоси. Розрахунок калібрування спрощується, коли формування ведеться за постійним радіусом у тих самих межах.

Зміцнення металу в місцях вигину на 180° можна звести до мінімуму згинаючи плоску заготовку на перших технологічних переходах у поперечному напрямку, надаючи їй напівкруглу форму. На наступних переходах цей переріз переформовують методом вільного згинання в жолобчастий і піддають отриманий проміжний профіль послідовному осадженню між валками аж до зіткнення сторін і отримання елементів подвійної товщини (рис.2). Низький ступінь попереднього зміцнення внутрішньої зони вигину - обов'язкова умова отримання місця вигину на 180° з нульовим (або близьким до нього) радіусом внутрішнього заокруглення без тріщин і розривів металу всередині кута.

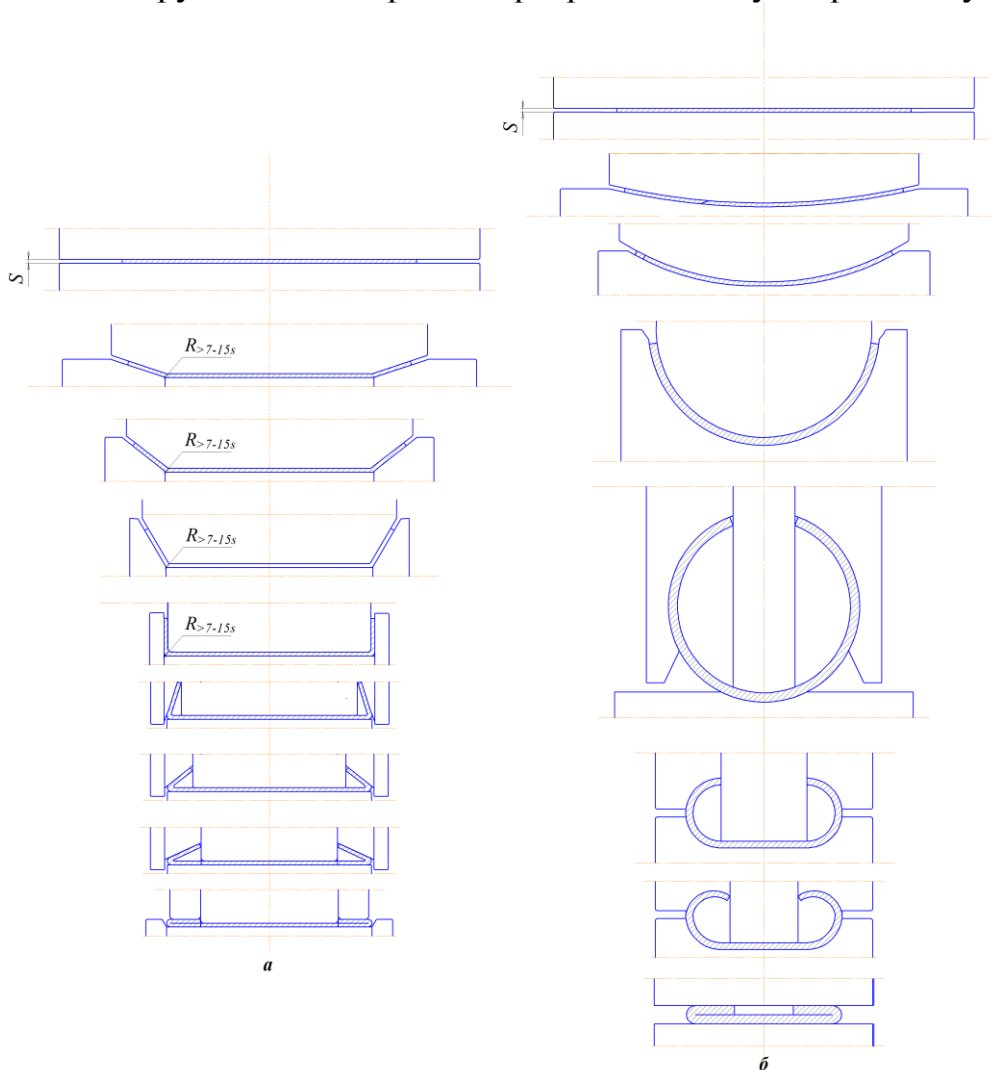


Рис.2 Способи формування елементів подвійної товщини

4.Розрахунок ширини заготовки. Ширина заготовки визначається аналітичним шляхом за формулою: $B = \sum b_{пр} + \sum b_{закр} + 1,7 n \cdot s_0$. Ширина ділянок заокруглення визначається за нейтральною лінією деформації з урахуванням її зміщення від серединного шару.

Для ділянок вигину на 180° з внутрішнім радіусом заокруглення меншим за товщину заготовки, радіус кривизни нейтрального шару деформації $\rho = Ks_0$, де коефіцієнт $K = 0,54$ враховує зміщення нейтрального шару в бік зовнішньої

поверхні. При цьому ширина ділянки вигину по нейтральному шару становить 1,7 товщини заготовки

5. Попередження хвилястості крайок. На початку підгинання крайнім ділянкам заготовки надають криволінійної форми, яка зберігається протягом усього процесу підгинання, а наприкінці профілювання випрямляють їх. Надання кривизни елементам, що підгинаються, значно підвищує їхній опір подовжньому вигину. Радіус кривизни опуклої частини робочих валків розраховується з урахуванням заданої стріли прогину на полицях, що підгинаються [3].

6. Особливості зносу валків. Практика показала, що при формуванні елементів подвійної товщини найбільше зношуються ділянки валків, що відповідають місцям вигину на 180^0 . Причина такого зносу (інтенсивнішого на нижніх валках) — значне збільшення контактних напружень на ділянці осадку місць вигину на 180^0 . Оскільки діаметр нижнього валка, як правило, менше діаметра верхнього, тривалість контакту з полоєю будь-якої точки на колі нижнього валка, в одиницю часу більша ніж на колі верхнього валка. Побудований графік (рис. 3), що характеризує розподіл тисків металу на валки при остаточному формуванні елементів подвійної товщини в плоскому калібрі (товщина заготовки 3 мм, ширина полиці 80 мм).

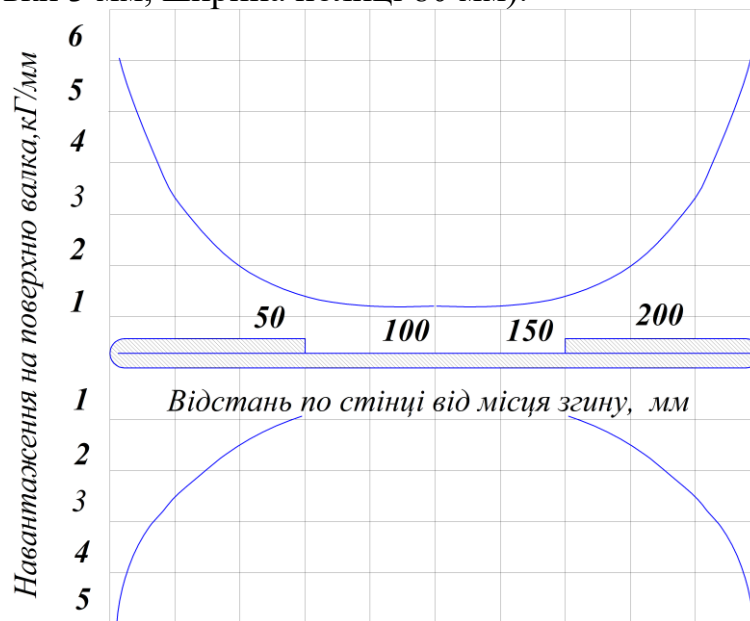


Рис.3 Розподіл тиску металу на нижньому (а) та верхньому (б) валках при формуванні елементів подвійної товщини

Розподілене навантаження на одиницю периметра калібру по нижньому валку

$$P_{xh} = \frac{\sigma_s \cdot s^2 \cdot h}{4x(h-x)} + 3,52 \cdot 10^{-4} \cdot E \cdot a^{1,4} \cdot s^{2,6} \cdot h^{-1,6} \quad , \text{ по верхньому}$$

$$P_{xh_1} = \frac{\sigma_s \cdot s^2}{4x} + 3,52 \cdot 10^{-4} \cdot E \cdot a^{1,4} \cdot s^{2,6} \cdot h^{-2,6} \cdot x.$$

Тиск металу на валки, а отже, і знос валків є максимальними поблизу місць вигину і зменшуються в міру віддалення від них. Очевидно, що у місцях

інтенсивного зносу калібрів слід ставити робочі елементи з зносостійкого матеріалу.

На основі викладених принципів розраховані калібрування валків для виробництва ряду профілів з елементами подвійної товщини, розроблено технологію профілювання та виготовлено партії профілів. При цьому підтвердилася правильність вибору технологічних параметрів. Отримані профілі за всіма показниками відповідали вимогам, що висуваються до них.

Список літератури:

1. Тришевский О. И. Анализ современного состояния производства и применения специальных гнутых профилей с местами изгиба на 180° / Обработка материалов давлением: сборник научных трудов. – Краматорск : ДГМА, 2012. – № 2 (21). – С. 227–230.
2. Тришевский О. И., Плеснецов С.Ю. Разработка методики исследований специальных гнутых профилей с элементами изгиба на 180° и технологии их производства. / Вестник национального технического университета «ХПИ» вып, 2010. — Харьков, 2010. – С. 96–102.
3. Wenbin Zhou, Zhutao Shao, Junquan Yu, Jianguo Lin. Advances and Trends in Forming Curved Extrusion Profiles. *Materials* 2021, 14(7), 1603; <https://doi.org/10.3390/ma14071603>