

## РОЗРОБКА ПРОЦЕСУ ФОРМУВАННЯ ШИРОКИХ ФЛАНЦІВ НА ЛИСТОВИХ ЗАГОТОВКАХ МЕТОДОМ ШТАМПУВАННЯ ОБКОЧУВАННЯМ

Вінницький національний аграрний університет

### Анотація

В роботі наведені результати розробки і дослідження комбінованого технологічного процесу формування зовнішніх і внутрішніх фланців кришок бражних і ректифікаційних колон на листових заготовках методом штампування обкочуванням і ротаційною витяжкою. З цією метою було розроблено обладнання, що дозволяє за одну установку заготовки формувати конічним валком як зовнішні, так і внутрішні фланці.

**Ключові слова:** штампування обкочуванням, ротаційна витяжка, зовнішні і внутрішні фланці, листова заготовка, деформовність, руйнування, втрата стійкості.

Метою даної роботи є забезпечення необхідних характеристик та геометричної форми вісесиметричних деталей з листового матеріалу на основі оцінки формоутворення та деформовності заготовок у залежності від параметрів комбінованого процесу ШО-ротаційна витяжка.

Одним із видів ротаційної витяжки є одноперехідна ротаційна витяжка (ОРВ) без стоншення стінки. Вона полягає в перетворенні плоскої обертової заготовки в порожнисту деталь або збільшення довжини порожнистої заготовки шляхом переміщення її через локалізований осередок деформації із зменшенням поперечних розмірів напівфабрикату без навмисного стоншення стінки [1].

У процесі ОРВ в металі виникають напруження стиску і розтягу, які при певних геометричних співвідношеннях діаметра, товщини і розміру фланця заготовки призводять до руйнування матеріалу, а також втрати стійкості процесу формоутворення. Руйнування матеріалу заготовок відбувається при наявності напружень розтягу, не високій пластичності матеріалу та досягненні значних деформацій. Втрата стійкості процесу характеризується утворенням гофрів і надмірним місцевим стоншенням стінок у вигляді «шийки». У зв'язку з цим розрізняють два види ОРВ: без і з притиском складкотримачем. ОРВ без притиску, з використанням роликів різної форми, як показано на рис. 1, застосовується при виготовленні заготовок з елементами відносно невеликих розмірів. В такому разі можна уникнути утворення гофрів.

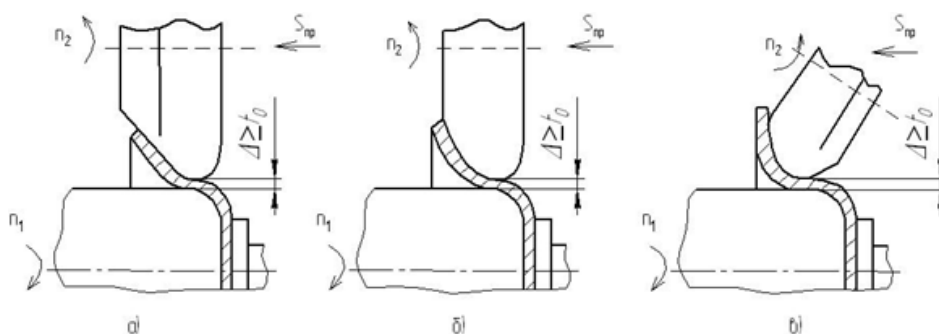


Рисунок 1 - Схеми прикладення деформуючого навантаження: а - роликом з прямолінійною робочою поверхнею; б - роликом з криволінійною робочою поверхнею; в - роликом, встановленим під заданим кутом

При ОРВ застосовують головним чином схеми, показані на рис. 1, а і б, так як вони дають можливість досягнути більш високого ступеня деформації, у порівнянні зі схемою на рис. 1, в.

Для отримання бургтів і фланців використовують також процес штампування обкочуванням (ШО) [2]. Вигляд листових заготовок під обкочування приведений на рис. 2, а процес формування методом ШО зовнішнього фланця кришки бражної колони – на рис. 3.



Рисунок 2 - Вигляд листових заготовок під обкочування



Рисунок 3 - Процес формування методом ШО зовнішнього фланця кришки бражної колони

Напружений стан елемента у зоні згинання буде об'ємним, а деформований – плоским ( $\varepsilon_z = 0$ ) [3]. Загальне рівняння рівноваги елемента зони заготовки постійної товщини при вісесиметричній деформації заготовки із врахуванням сил тертя на контактні поверхні [3]:

$$\rho \frac{d\sigma_\rho}{d\rho} + \sigma_\rho - \sigma_\theta - \frac{\mu\rho}{\sin\alpha} \left( \frac{\sigma_\rho}{R_\rho} + \frac{\sigma_\theta}{R_\theta} \right) = 0, \quad (1)$$

де  $\sigma_\rho$  - меридіональне напруження;  $\sigma_\theta$  - широтне напруження;  $\mu$  - коефіцієнт тертя;  $\rho$  - відстань від осі симетрії;  $R_\rho, R_\theta$  - радіуси кривизни у меридіональному та широтному перерізах представлено на рисунку 4.

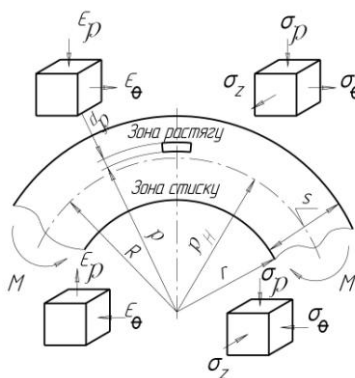


Рисунок 4 - Схема напружено-деформованого стану металу при згинанні

В умовах, коли тертям можна знехтувати, рівняння (1) приймає вигляд:

$$\rho \frac{d\sigma_\rho}{d\rho} + \sigma_\rho - \sigma_\theta = 0. \quad (2)$$

Оскільки маємо рівняння із двома невідомими, то доповнимо його енергетичною умовою пластичності:

$$\sigma_i = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_\rho - \sigma_\theta)^2 + (\sigma_\theta - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_\rho)^2}. \quad (3)$$

При плоскій деформації:

$$\sigma_z = \frac{\sigma_\rho + \sigma_\theta}{2}. \quad (4)$$

Тоді із врахуванням (4) умова пластичності (3) запишеться у вигляді:

$$\sigma_\rho - \sigma_\theta = \frac{2}{\sqrt{3}} \sigma_s. \quad (5)$$

Для отримання розв'язків, що дають аналітичний вираз поля напружень із урахуванням зміцнення, необхідно у першу чергу мати аналітичний вираз кривої зміцнення (залежності напруження текучості від деформації) [4].

За результатами аналізу напруженого стану показник  $\eta$ , що характеризує напружений стан матеріалу в місці згину заготовки дорівнює:

$$\eta = \frac{\sigma_\rho + \sigma_\theta + \sigma_z}{\sigma_i} = \sqrt{3} \approx 1,73. \quad (6)$$

Інтенсивність накопиченої деформації на зовнішніх волокнах у залежності від радіусу оправки визначиться за формулою:

$$\varepsilon_i = \frac{\sqrt{3} \cdot s}{2 \cdot R_{on} + s} \leq \varepsilon_{*c} (\eta = 1,73), \quad (7)$$

де  $\varepsilon_{*c} (\eta = 1,73)$  - інтенсивність накопиченої деформації, яку може сприймати матеріал без руйнування при напружено-деформованому стані, який характеризується показником  $\eta = 1,73$ .

**Висновки.** . Методом ШО досліджено виготовлення зовнішніх і внутрішніх фланців кришок бражних і ректифікаційних колон з використанням листових заготовок. Для оцінки та розширення технологічних можливостей процесу проведено аналіз формоутворення та напружено-деформованого стану заготовок. До основних факторів, що обмежують технологічні можливості, відносяться втрата стійкості та руйнування заготовок.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Могильный Н. И. Ротационная вытяжка оболочковых деталей на станках / Н. И. Могильный - М.: Машиностроение, 1983. – 190 с.
2. Матвийчук В. А. Совершенствование процессов локальной ротационной обработки давлением на основе анализа деформируемости металлов: Монография / В. А. Матвийчук, И. С. Алиев. – Краматорск: ДГМА, 2009. – 268 с.
3. Попов Е. А. Основы теории листовой штамповки. – М.: Машиностроение, 1977. – 278 с.
4. Баркая В. Ф. Формоизменение листового металла. – М.: Металлургия, 1976. – 264 с.

**Колісник Микола**, аспарант, Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, [kolisnik30@gmail.com](mailto:kolisnik30@gmail.com).

**Штуць Андрій**, асистент, Вінницький національний аграрний університет, м. Вінниця, [shtuts1989@gmail.com](mailto:shtuts1989@gmail.com).

#### DEVELOPMENT OF THE PROCESS OF FORMATION OF WIDE FLANGES ON SHEET PROCUREMENTS BY THE METHOD OF STAMPING BY ROLLING

##### Abstract

The paper presents the results of development and research of the combined technological process of forming the outer and inner flanges of the lids of malt and distillation columns on sheet blanks by stamping by rolling and rotary drawing. To this end, equipment has been developed that allows for one installation of the workpiece to form a conical roll, both outer and inner flanges.

**Keywords:** rolling stamping, rotary drawing, external and internal flanges, sheet blank, deformability, destruction, loss of stability.

**Kolisnyk Mykola**, post-graduate student, Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia, [kolisnik30@gmail.com](mailto:kolisnik30@gmail.com).

**Shtuts Andriy**, Assistant, Vinnytsia National Agrarian University, Vinnytsia, [shtuts1989@gmail.com](mailto:shtuts1989@gmail.com).