

Магістр 2 курсу

факультету менеджменту та маркетингу ХНЕУ

Савченко М. М.

Ст. викладач Харківського інституту

Міжрегіональної академії управління персоналом

**ВИБІР ЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ
ЗА КРИТЕРІЯМИ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ
ПРИ ШТАМПУВАННІ**

Анотація. Розроблено математичну модель визначення коефіцієнта використання металу для виробів типу великогабаритних днищ при виготовленні їх пресовим і безпресовим методами. Доведено переваги безпресового методу штампування.

Аннотация. Разработана математическая модель определения коэффициента использования металла для изделий типа крупногабаритных днищ при изготовлении их прессовым и безпрессовым методами. Доказаны преимущества безпрессового метода штамповки.

Annotation. A mathematical model for determining the coefficient of metal use for such products as large heads in the manufacture of press and nonpress methods is developed. The benefits of nonpress method of stamping are proved.

Ключові слова: технологічні рішення, штампування, заготівка, коефіцієнт використання металу.

Ресурсозбереження в Україні є напрямом стабілізації економіки підприємств та їх "виживання" в умовах зростання попиту на енергоресурси й конкуренції на сучасних ринках товаровиробників. Збільшення габаритів та складності деталей і, як наслідок, зростання розмірів та складності штампованих заготовок приводять до

потужності. Побудовані й успішно працюють гідравлічні преси зусиллям 30, 45 і 75 тис. т, на яких виготовляють штампування з площею проєкції до 2,5 м². З літературних джерел відомо про проведення вишукувальних робіт зі створення надпотужного преса зусиллям 180 – 200 тис. т [1]. Асортимент великогабаритних виробів, що використовуються в економіці, досить різноманітний. Наприклад, це всілякі цистерни, металеві баки-акумулятори гарячої води та інші ємності. Резервуари виготовляють зварюванням складових елементів, що за геометричними ознаками є виробами одинарної та подвійної кривизни. Найбільш складними за конструктивними ознаками згідно з технологічною класифікацією при цьому вважаються днища – вироби подвійної кривизни. Днища (еліптичні, сферичні, конічні тощо) діаметром понад 1 – 1,5 м виготовляють зі штампованих заготовок.

Якщо проаналізувати конструктивні особливості таких виробів, як резервуари, то з'явиться потреба впроваджувати нові технологічні рішення, використовуючи специфічні засоби з виокремленням складових елементів виробів за експлуатаційними та технологічними ознаками. Як правило, складні у технологічному відношенні вироби, такі, як резервуари, відносять до споруд, схильних до інтенсивного зносу під впливом корозійних та інших процесів, пов'язаних із режимами їх роботи. При експлуатації баків-акумуляторів на енергопідприємствах мали місце аварії з руйнуванням конструкцій. Зважаючи на це, всі ці споруди передбачають використання спеціальних засад попередження аварій та корозійних руйнувань (використання висоякісних металів та сплавів, використання захисних покриттів).

У науково-технічній літературі наведені такі рішення для визначення оптимальних варіантів технологічних процесів виготовлення машин за критерієм ресурсозбереження: зменшення енергоємності обладнання та запобігання нераціонального використання матеріалу [1 – 6]. Вони, головним чином, засновані на порівнянні альтернативних, здебільшого двох варіантів технологічного процесу й вибору кращого з них. Один із цих варіантів – штампування з використанням пресів – обмежений розмірами пресів, що не дозволяє передбачити можливість виготовлення виробів великого асортименту. Другий – використання безпресових методів штампування – здійснюють як спеціальний варіант, він потребує застосування газо-гідро-еластичних пуансонів як інструмента для формування поверхонь. Його переваги – мінімальні енергетичні витрати та можливість виготовляти вироби великих габаритів розмірами до 20 м і більше як із напівфабрикатів, так і з плоских заготовок.

Як приклад визначення переваг безпресових методів штампування слід провести порівняльні розрахунки виготовлення заготовок для пресового і безпресового методу штампування.

Використовуючи як критерій коефіцієнт корисного використання матеріалу (KVM), встановлено, що при виготовленні деталі KVM складає:

$$KVM = \frac{M_D}{M_3},$$

де, відповідно, M_D і M_3 – маса деталі та заготовки.

Вважається, що при штампуванні на пресі деталі типу "днище" штампозварна заготовка виконується як цільнолистова трьохсекторна. Її виготовлення здійснюється з листового прокату заданої товщини і ширини (рис. 1). У подальшому ці сектори зварюють і створюють заготовки необхідного діаметра (залежить від відносної глибини днища). Для трьохсекторної заготовки кут $\beta = 120^\circ$. Найменша ширина полоси B , з якої вирізають заготовку-сектор (слід прийняти для конкретних розрахунків, що радіус заготовки $R = 1,25$ м), буде складати:

$$B = 2R \sin(\beta/2) = 2R \sin 60^\circ = 2 \times 1,25 \times 1,74 \approx 2,16 \text{ м.}$$

Відходи, що виникають, визначаються як:

$$\Delta Z \approx R \times B \sin 60^\circ = 4,68 \text{ м}^2.$$

Тоді коефіцієнт корисного використання металу буде:

$$K_{KB} = \frac{4,54}{3,14 \times 1,25^2 + 4,68} = 0,47.$$

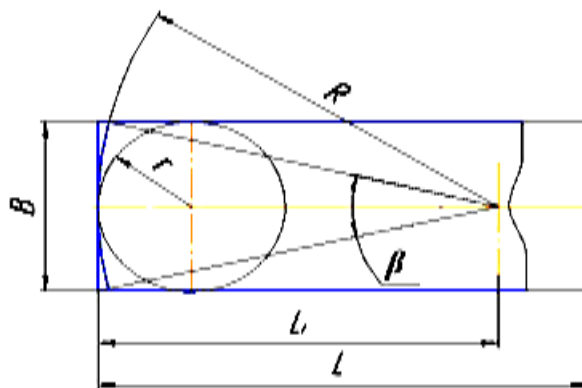


Рис. 1. Виготовлення сектора заготовки

Отже, 53 % – це відходи виробництва.

Розрахункова схема для визначення розмірів заготовки для безпресового методу штампування наведена на рис. 2 і 3. При

безпресовому штампуванні передбачається використання напівфабрикату (рис. 2). Слід вважати його конічною оболонкою.

Необхідно попередньо визначити довжину формоутворювальної лінії конусу висотою H :

$$L = \frac{R}{\sin \frac{\alpha}{2}}.$$

Слід визначити довжину формоутворювальної лінії конусу висотою $H-h$:

$$l = \frac{R}{\sin \frac{\alpha}{2}} - \frac{r}{\sin \frac{\alpha}{2}} = \frac{R-r}{\sin \frac{\alpha}{2}} \text{ та } l_K = \frac{r}{\sin \frac{\alpha}{2}}.$$

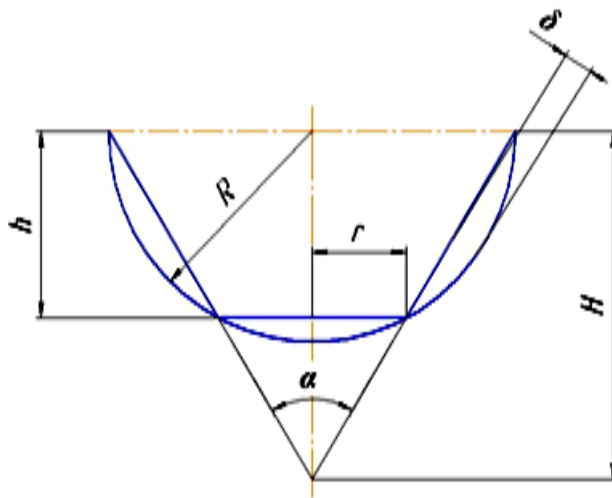


Рис. 2. Схема визначення розмірів напівфабрикату

Слід виконати розгортку конусу (рис. 3).

Кут розгортки θ :

$$\theta = 360 \times \sin \frac{\alpha}{2}.$$

Після цього потрібно визначити площу поверхні напівфабрикату.

Бокова площа поверхні напівфабрикату:

$$S = \pi L^2 \times \frac{\theta}{360} - \pi r^2 \times \frac{\theta}{360} = \frac{\pi r^2}{\sin^2 \frac{\alpha}{2}} \left(\frac{R}{r} - 1 \right).$$

Площа дна напівфабрикату:

$$S_{\text{дн}} = \pi r^2.$$

Площа всієї поверхні напівфабрикату:

$$S_{\Sigma} = \frac{\pi r^2}{\sin^2 \frac{\alpha}{2}} \left(\frac{R}{r} - 1 \right) + \pi r^2.$$

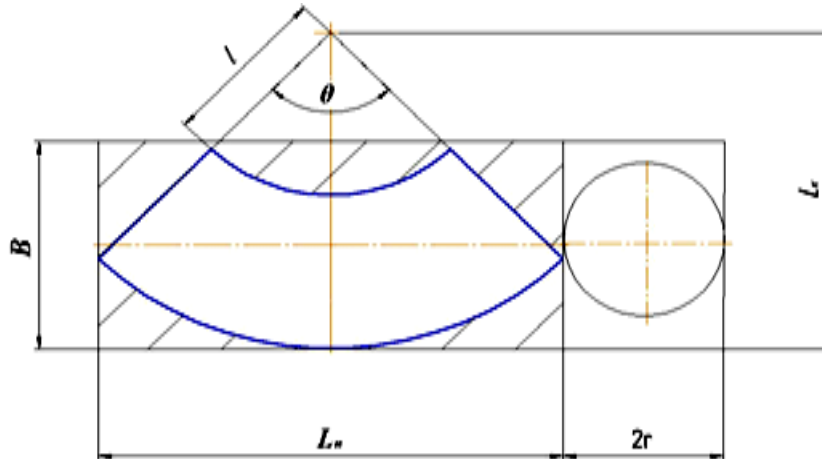


Рис. 3. Форма заготовки для виготовлення конічного напівфабрикату

Площа листа для напівфабрикату:

$$S_{\Pi} = B \times (L_n + 2r).$$

Довжина L_n :

$$L_n = 2L \sin \frac{\theta}{2} = 2 \frac{R}{\sin \frac{\alpha}{2}} \sin 180 \frac{\alpha}{2}.$$

Уся довжина листа:

$$L_{\Sigma} = L_n + 2r = 2 \frac{R}{\sin \frac{\alpha}{2}} \sin 180 \frac{\alpha}{2} + 2r = \frac{r}{\sin \frac{\alpha}{2}}.$$

Тоді площа листа для напівфабрикату:

$$S_{\Pi} = B \times \left(2 \frac{R}{\sin \frac{\alpha}{2}} \sin 180 \frac{\alpha}{2} + 2r \right).$$

Корисне використання металу можна оцінити як:

$$K_{KB} = \frac{\frac{\pi r^2}{\sin^2 \frac{\alpha}{2}} \left(\frac{R}{r} - 1 \right) + \pi r^2}{B \times \left(2 \frac{R}{\sin^2 \frac{\alpha}{2}} \sin 180 \frac{\alpha}{2} + 2r \right)} = \frac{\frac{\pi r^2}{\sin^2 \frac{\alpha}{2}} \left[\frac{R}{r} + 1 \right]}{B \times \left(2 \frac{R}{\sin^2 \frac{\alpha}{2}} \sin 180 \frac{\alpha}{2} + 2r \right)}$$

Для днища діаметром 2,5 м при $\frac{R}{r}=2$ та $R = 1,25$ м, $r = 0,625$ м.

Корисне використання металу становить 72 %, що перевищує у базовому варіанті.

Отже, проведене дослідження свідчить про необхідність використання прогресивних технологій для зменшення енерговитрат та економії матеріалу. У роботі розроблено методику визначення коефіцієнта корисного використання металу для безпресового штампування. Доведено можливість істотного його збільшення при застосуванні нових більш прогресивних безпресових методів штампування.

Наук. керівн. Савченко М. Ф.

Література: 1. Ковка и штамповка алюминиевых сплавов [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://metalliceskij-portal.ru/articles/obrabotka/shtampovka/kovka_i_shtampovka_aluminievix_splavov/11. 2. Пихтовников Р. В. Перспективы развития листовой штамповки взрывом / Р. В. Пихтовников, В. К. Борисевич // Импульсная обработка металлов давлением : сб. статей / под ред. В. К. Борисевича. – М. : Машиностроение, 1977. – С. 4–7. 3. Горбунов М. Н. Технология заготовительно-штамповочных работ в производстве летательных аппаратов / М. Н. Горбунов. – М. : Машиностроение, 1970. – 230 с. 4. Исаченков Е. И. Штамповка резиной и жидкостью / Е. И. Исаченков. – М. : Машиностроение, 1967. – 376 с. 5. Мельников Э. Л. Холодная штамповка днищ / Э. Л. Мельников. – М. : Машиностроение, 1976. – 184 с. 6. Савченко Н. Ф. Изготовление крупногабаритных деталей емкостей и резервуаров / Н. Ф. Савченко, Е. Н. Рубан // Межд. науч.-техн. конф. "Современное состояние использования импульсных источников энергии в промышленности" : тезисы докл. – Х. : Национ. аэрокосмич. ун-т "ХАИ", 2007. – С. 103–104.