

УДК 621.778.04

Балакін В.Ф. Байримов А.О.

## ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТРОЮ ДЛЯ РІВНОКАНАЛЬНОГО КУТОВОГО ПРЕСУВАННЯ ДЛЯ ОБРОБКИ ЗАГОТІВОК МАЛИХ ПЕРЕРІЗІВ.

Рівноканальне кутове пресування - метод деформації, при якому заготовка послідовно продавлюється через два або кілька каналів однакового поперечного перерізу, що перетинаються під деяким кутом. Метод застосовується для отримання високоплотних наноструктурованих матеріалів з високою морфологічною однорідністю зерна. Зсувна деформація зразка відбувається при перетині ним області контакту між каналами.

При неодноразовому повторенні процедури РККП відбувається систематичне збільшення деформації, що приводить до послідовного зменшення розміру зерна за рахунок формування сітки спочатку малокутових, а потім і висококутових границь. Ця особливість методу дозволяє піддавати інтенсивній пластичній деформації не тільки пластичні, але і труднодеформовані метали і сплави. Однак особливості конструкції пристрою для РККП обмежують його використання для зразків малих поперечних перерізів, в цій статті запропоновано нову конструкцію для вирішення цієї проблеми.

Angular pressing is a method of deformation, at that a purveyance consistently pass through two or a few channels of identical transversal cut, that cross under some corner. A method is used for the receipt of the nanostructured materials with high morphological homogeneity of grain. Deformation of change of standard takes place at crossing to them of area of contact between channels. At the repeated reiteration of procedure of angular pressing there is a systematic increase of deformation that results in successive reduction to the size of grain due to forming of net first of little angular, and then and high-channel borders. This feature of method allows to expose to intensive flowage not only plastic but also threw alloys. However the features of construction of device for angular pressing limit his use for the standards of small transversal cuts, in the real article a new construction offers for the decision of this problem.

Рівноканальне кутове пресування (РККП) – це вид обробки металів тиском, що був винайдений В. Сегалом в 1973 році [1] для подрібнення литої структури злитка. Рівноканальне кутове пресування (РККП) дозволяє отримувати досить масивні зразки з ультрадрібнозернистою (УДЗ) структурою діаметром до 60 мм і завдовжки до 200 мм. Метод полягає в деформації, при якій зразок продавлюють через два канали однакового поперечного перетину, що розташовані під кутом один до одного. При проходженні заготівлю площини перетину каналів здійснюється деформація простим зсувом. Поперечні розміри заготовки при деформації залишаються незмінними, дозволяючи тим самим багатократну обробку одного зразка, що дозволяє досягати значних ступенів деформації. Деформований стан при простому зсуві в процесі РККП характеризується високою мірою однорідності.

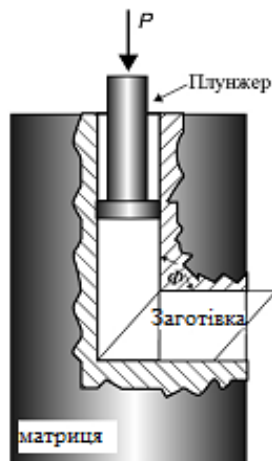
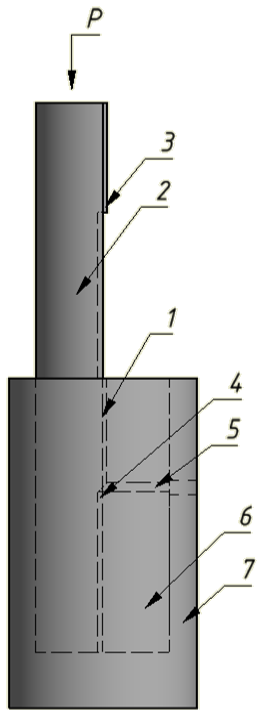


Рисунок 1 – Схема РККП

На рисунку 1 зображена класична схема РККП, яка включає контейнер з двома каналами, що перетинаються під кутом  $\phi$ , та плунжер, що здійснює тиск на заготівку. Схема може мати варіанти, що відрізняються формою, кількістю каналів та кутом між ними.

В лабораторії НметАУ під час проведення експериментальних досліджень рівноканального пресування сталеної катанки (СтЗ) було виявлено проблему у вигляді перелому плунжера. Експеримент проводився на зразках діаметром 6.5 мм, довжиною 60 мм, за температури 450°C, кут між каналами складав 120°. Пресування проводилось з використанням графітового мастила. Плунжер був виконаний з легованої марки сталі 60С2ХФА та мав довжину 70 мм. Швидкість пресування складала 30 мм/с.

При досягненні зусилля пресування 900 МПа, відбувалось руйнування плунжера. В зв'язку з цим було вирішено скоротити довжину заготовок з 60 до 30 мм, а також скоротити довжину плунжера з 70 до 40 мм. Це дозволило повністю випресувати заготівку, але в той же час наклало обмеження на довжину плунжера та умови проведення пресування такі як: довжина та матеріал заготовки; кут між каналами; температуру пресування. Це вимусило повністю змінити конструкцію обладнання для РККП. При цьому в основу зміни була покладена ідея об'єднання плунжера з контейнером. Такий підхід до конструювання інструмента РККП дозволить випресовувати заготівки більшої довжини з одного боку, та з матеріалів з більш високим опором деформації з іншого. Новий контейнер у вихідному стані зображено на рисунку 2.

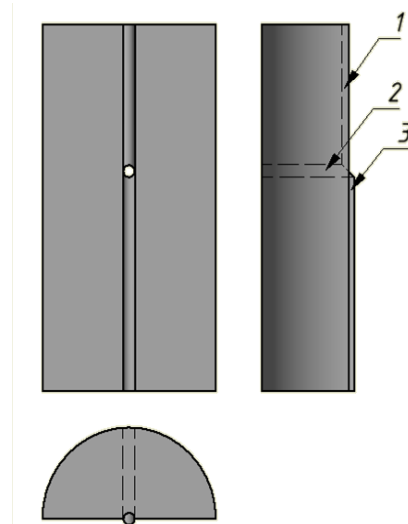


1 – вхідний канал; 2 – плунжерна частина пристрою; 3 – напівкруглий виступ, що виконує роль штампеля; 4 – напівкруглий виступ на каналній частині, що виконує роль упору; 5 – вихідний канал; 6 – канална частина пристрою; 7 – циліндричний корпус.

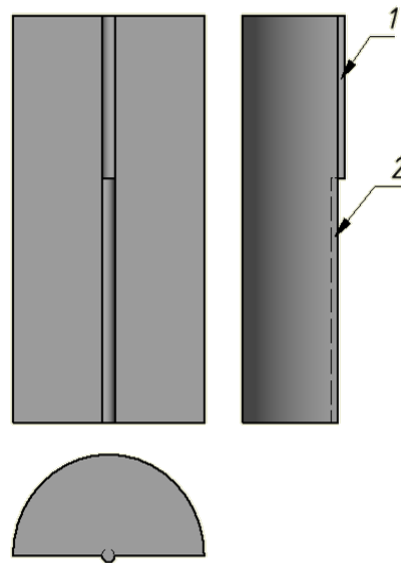
Рисунок 2 – Складовий контейнер РККП.

Контейнер складається з трьох частин: циліндричного корпусу, каналної (рисунок 3) та плунжерної (рисунок 4). Назви частин обрані виходячи з їх функцій в конструкції. Канальна частина (рисунок 3) включає вихідний канал 2, що розташований під кутом 90° до вхідного каналу, напівкруглий виріз в верхній частині 1, та напівкруглий виступ в нижній частині 3. Плунжерна частина (рисунок 4) включає напівкруглий виступ 1 в верхній частині, який виконує роль плунжера та продавлює заготовку в вихідний канал, та напівкруглу виточку 2. Вхідний канал утворюється коли двома напівкруглими вирізами на каналній та штампельній частинах.

У вихідному стані (рисунок 2) заготовка (на фігурі не показано) встановлюється у вхідний канал 1, що утворений напівкруглими вирізами на каналній та плунжерній частинах контейнера. Плунжерна частина 2 під дією тиску  $P$  починає рух, заповнюючи пуста половину циліндричного корпусу 7. На наступному етапі вхідний канал закритий, а напівкруглий виступ 3 на плунжерній частині починає тиснути на заготовку, яка упирається в напівкруглий виступ 4 на каналній частині. Під дією тиску заготовка починає просуватися в вихідний канал 5. Така конструкція дозволяє проводити пресування при більш жорстких енерго – силових параметрах, позбавитись обмежень в виді міцності плунжера, та відкриває можливості для пресування при менших кутах.



1 – напівпівкільцева виточка, що утворює вхідний канал; 2 – вихідний канал; 3 – напівкруглий виступ, що виконує функцію упору.  
Рисунок 3 – Канальна частина контейнера.



1 – напівкруглий виступ, що виконує функцію плунжера; 2 – напівкругла виточка, що утворює вхідний канал.

Рисунок 4 – Плунжерна частина контейнера.

При виготовленні складового контейнера необхідно особливу увагу приділити допускам, залишаючи зазор між двома частинами контейнера мінімальним. Так як при наявності зазору вхідний канал, сформований двома частинами контейнера буде мати зазори, в які може потрапити метал заготовки, ускладнивши процес пресування.

Для аналізу енерго-силових параметрів процесу деформації було виконано моделювання в програмі Deform 3D. Умови процесу: діаметр заготовки: 6.5 мм, довжина 70 мм. Швидкість пресування 20 мм/с, температура 20°C, матеріал заготовки сталь AISI1020. На рисунку 5 зображено загальний вид інструменту в вихідному стані. Оскільки схема ро-

боти така, що плунжерна частина рухається в бік вихідного каналу разом з заготовкою, тертя між нею та заготовкою не відбувається, а отже сила тертя у вхідному каналі вдвічі зменшується в порівнянні з традиційною схемою РККП. Це позитивно впливає на силові умови процесу, та видно на рисунку 6. Горизонтальна частина заготовки знаходиться у вхідному каналі. Оскільки на її верхній частині не

відбувається тертя, напруги на ній значно менші. З графіку на рисунку 6 видно, що весь процес зайняв 10 секунд. Шоста секунда – це момент початку контакту напівкруглого виступу на плунжерній частині та заготовці. В цей момент зафіксовано найбільшу силу пресування – до 10 тон. На наступних кроках сила зменшувалась, та в кінці процесу склала близько 7 тон.

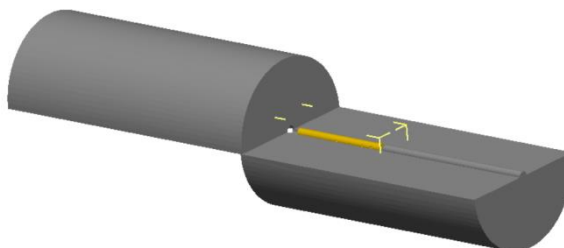


Рисунок 5 – Загальний вид пристрою для рівноканального кутового пресування без плунжера.

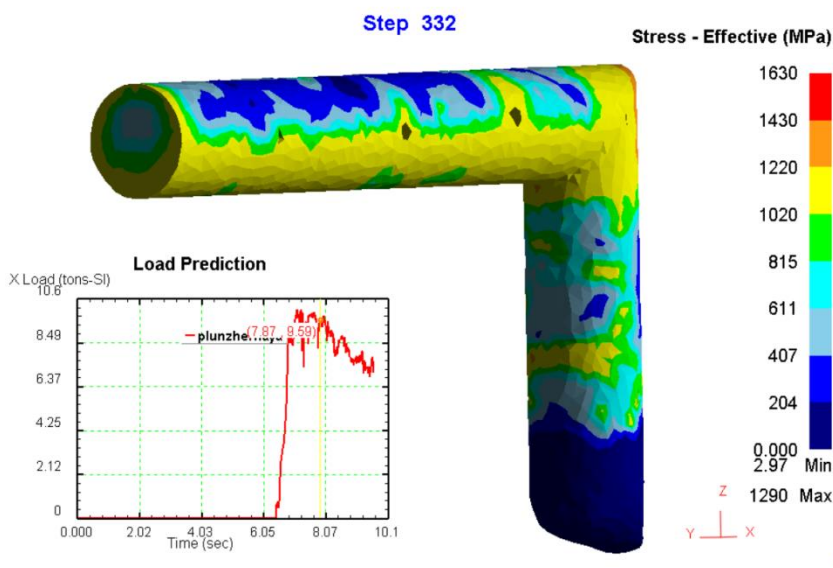


Рисунок 6 – Напруження на заготовці під час деформації.

Висновки. Було розглянуто процес рівноканального кутового пресування та особливості конструкції контейнеру для РККП, виявлено його недоліки при обробці зразків малих поперечних перетинів. Запропоновано нову конструкцію для РККП,

яка позбавлена знайдених недоліків та розширяє можливості в області РККП. Аналіз енерго-силових умов деформації в контейнері без плунжера показав розподіл напруг на заготовці. Проаналізовано силові умови процесу.

#### Бібліографічний список:

1. Segal, V.M. Materials processing by simple shear. Materials Science and Engineering. Volume 197, Issue 2, - pp. 157-164.

Стаття поступила: 18.09.18