

Аналогічна картина розподілення деформацій при видавлюванні по схемі з позитивним зором між оправкою і матрицею; максимальна ступінь деформації концентрується в нижній частині заготовки, причому в ході процесу відбувається зменшення по висоті області більшої деформації, що також свідчить про рух в напрямку очігу деформації вниз (см. рис. 2 в). Показники опору деформації розподілені ідентично самій деформації, і їх зміна в очігу деформації в ході деформування також відповідно. Найбільше упрочнення отримують зовнішні шари видавленої трубчастій частини деталі.

При порівнянні розподілення деформацій по меридіональному перерізу заготовки в схемах радіально-прямого видавлювання на конусній оправці з позитивним, негативним і нульовим зором можна зробити висновок про те, що найбільший градієнт нерівномірності розподілення деформацій по товщині видавлюваної стінки спостерігається при видавлюванні по схемі з позитивним зором між оправкою і матрицею. При видавлюванні по цій схемі різниця між найбільшою ступенню деформації, яка концентрується на зовнішній стороні видавлюваної стінки, і найменшою на внутрішній стороні досягає 2,0. При видавлюванні по схемі з негативним зором різниця між найбільшою і найменшою ступенню деформації по товщині стінки досягає 0,5-0,6 (см. рис. 2 г). Таким чином, при виготовленні трубчастій деталі з однієї і тієї ж товщини стінки за різними схемами процес нерівномірності розподілення механічних властивостей буде менше при комбінованому видавлюванні по схемі з негативним зором між оправкою і матрицею.

Список літератури

1. Евстратов В.А. Основы технологии выдавливания и конструирования штампов. Харьков: Вища школа. Изд-во при Харьк. ун-те, 1987. -144 с.
2. Алиева Л.И. Перспективы развития процессов точной объемной штамповки выдавливанием / Л.И. Алиева, Я.Г. Жбанков // Вісник Донбаської державної машинобудівної академії: Зб. наук. пр. – Краматорськ: ДДМА, №1(11), 2008 - С. 13–19.
3. Алиев И.С. Технологические возможности новых способов комбинированного выдавливания. // Кузнечно-штамповочное производство. – 1990.-№2. –С. 7-9.
4. Алиева Л. И. Процессы комбинированного деформирования и выдавливания // Обработка материалов давлением. Краматорськ: ДГМА, – 2016. – № 1 (42). – С. 100-108.
5. Osen W. Kombiniertes Quer-Hohl-Worwarts-Fließpressen / W. Osen // Draht. – 1986. – №3. – S. 133-137.
6. Данилин Г.А. Теория и расчеты процессов комбинированного пластического формоизменения / Г.А. Данилин, В.П. Огородников. СПб.: БГТУ, 2004. 304 с.
7. Алиева Л. И. Формоизменение в процессе комбинированного выдавливания полых деталей типа стакана / Л. И. Алиева, О. В. Чучин, Д. А. Картамышев // Прогресивна техніка, технологія і інженерна освіта. Матеріали XVIII Міжнародної науково-технічної конференції – 21–24 червня 2016 – Одеса–Київ : Національний технічний університет України «КПІ», 2016.. – С. 97–100.
8. Alieva L. Radial-direct extrusion with a movable mandrel / L. Alieva, Y. Zhbakov // Metallurgical and Mining Industry. – Dnipropetrovsk, 2015. – № 11. – P. 175–183.
9. Алиев И.С. Формоизменение заготовки при радиально-прямо выдавливании на оправке / И.С. Алиев, Л.И. Алиева, Я.Г. Жбанков / Державний вищий навчальний заклад «Донецький національний технічний університет» - № 10 (141), 2008 – С. 201-205.

УДК 621.7.044

Скрипник О.В. к.т.н., доц., Свяцький В.В. к.т.н., доц.

Центральнотехнічний національний технічний університет, м. Кропивницький

ЗАСТОСУВАННЯ У ШТАМПУВАННІ ГАЗОГІДРАТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

На практиці широко використовуються високоенергетичні імпульсні способи формування елементів конструкцій тиском ударної хвилі (вибухові штампування), які застосовуються в найрізноманітніших процесах обробки тиском: витягці, листовому формуванні, формозміні трубчастих заготовок, виробітці і пробиванні отворів, різанні труб і прокату, об'ємному штампуванні, калібруванні і поверхневому зміцненні металу, пресуванні, зварюванні різномірних металів, запресуванні і розвальцюванні труб, різних складальних операціях тощо. У суднобудуванні, де випускаються вироби із силовими установками на базі газотурбінних двигунів, імпульсна технологія при виготовленні листових деталей газового тракту і елементів з'єднання трубопроводів різних систем є безальтернативною.

Для цього матриця із заготовкою укладається в резервуар з передавальним середовищем із невисокою акустичною твердістю (повітря, гума, вода, парафін, пісок тощо). Заряд з детонатором підвищується у передавальному середовищі, наприклад у воді, або над передавальним середовищем, наприклад над гумою, а також безпосередньо над заготовкою; при вибуху заряду енергія ударної хвилі передається через нестисливе середовище і, діючи на заготовку, деформує її, надаючи форму матриці.

Широке поширення одержала витяжка і формування матеріалів тиском повітря або рідини і вакуумом. При виробництві деталей таким методом матеріали, які герметично закріплені на формі, при необхідності нагріті до високоеластичного стану, під дією тиску повітря або рідини приймають форму готового виробу. При формуванні деталей з тонкостінних матеріалів тиск рідини може бути замінений тиском стисненого повітря або атмосферним тиском за рахунок створення вакууму між формою і матеріалом.

Перевагами зазначених способів штампування є:

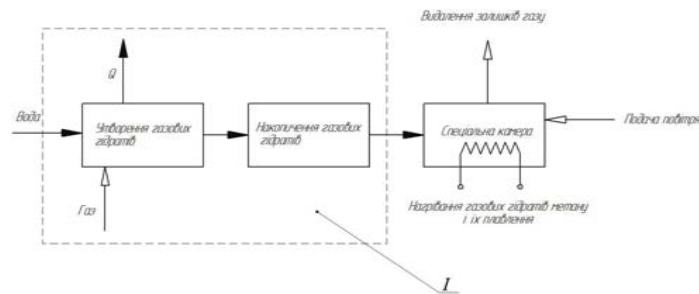
- 1) висока економічна ефективність у результаті зниження капітальних витрат та скорочення термінів і вартості підготовки виробництва;
- 2) можливість штампування деталей з високоміцних і жароміцних сплавів;
- 3) отримання великогабаритних деталей малими серіями, для виготовлення яких використання пресів і штампів стає технічно неможливим і економічно недоцільним.

Незважаючи на переваги вибухового штампування такому способу отримання деталей притаманні і недоліки:

- 1) підвищена небезпека використання бризантних вибухових пристроїв; вибухові речовини підвищеної потужності (гексоген, тротил, пластид та інші) через їхню високу чутливість до зовнішніх впливів необхідно змішувати із флегматизаторами;
- 2) форма заряду визначається конфігурацією деталі, яка штампується, а також типом передавального середовища; при цьому для отримання якісних великогабаритних виробів необхідно в резервуарі розмішувати одночасно декілька вибухових зарядів.

Запропоновано спосіб [1, 2] вибухового штампування з метою підвищення безпеки та збільшення економічної ефективності технологічного процесу за рахунок використання замість чутливих до зовнішніх впливів бризантних вибухових речовин стабільних газових компонентів, застосування більш простого технологічного обладнання.

Пропонований нами спосіб виготовлення деталей шляхом вибухового штампування виробів здійснюється таким чином (рис. 1). Виготовляється матриця за формою виробу, на неї накладається заготовка і укладається в спеціальну камеру; над матрицею і заготовкою розміщують детонатор. Спеціальну камеру герметизують і вакуумують. Перед початком процесу вибухового штампування метан в реакторі переводиться в газогідрати при контакті з водою в замкненому об'ємі при температурі, яка не перевищує рівноважної температури і тиску гідратування відповідного газу.



I – процеси утворення, накопичення газових гідратів метану відбуваються в одному пристрої – реакторі

Рис. 1 – Схема способу виготовлення деталей тиском ударної хвилі

В реакторі приводять в контакт метан і воду (1 м³ H₂O у співвідношенні до 141,5 м³ CH₄) під тиском р від 0,1 МПа до 65,4 МПа і температурі Т від 273,1 К до 301,6 К, утворюють газогідрати із відведенням теплоти гідратуутворення Q.

Утворені газові гідрати накопичують в реакторі до наперед визначеної кількості, після чого суміш, яка складається із гідратів метану і води (CH₄×6H₂O – від 40 % до 60 % і H₂O – від 60 % до 40 %) направляють в спеціальну камеру, в якій відбувається їх підігрів та плавлення при температурі Т від 278 К до 303 К з вивільненням води та газоподібного метану. Утворений газоподібний метан змішують з повітрям, яке подається у спеціальну камеру у оптимальній пропорції (CH₄ – 10 %, повітря – 90 %) з утворенням вибухової суміші. Під дією детонатора утворена суміш вибухає. Енергія ударної хвилі рівномірно передається через передавальне середовище і, діючи на заготовку, деформує її, надаючи форму матриці.

Залишки газової суміші видаляють з камери або в атмосферу, після чого виймають готовий виріб із спеціальної камери. Цикл повторюють.

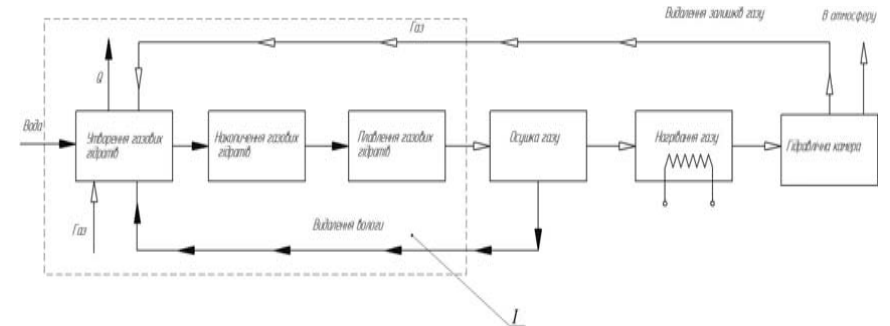
Таким чином, при здійсненні запропонованого способу вибухового штампування виробів значно підвищується безпека технологічного процесу, зменшується собівартість виробів за рахунок скорочення капітальних витрат на установку.

Пропонований нами спосіб виготовлення деталей шляхом гідравлічного формування листових матеріалів [3, 4] із використанням дешевого вуглекислого газу CO₂ здійснюється таким чином (рис. 2). Листову заготовку закорковують у гідравлічній камері.

Приводячи в контакт газ, наприклад двооксид вуглецю, і воду (у співвідношенні на 1 м³ H₂O приймають 176,1 м³ CO₂) під тиском р від 2 МПа до 4 МПа і температурі Т від 275 К до 281 К, утворюють газогідрати із відведенням теплоти гідратуутворення Q. Утворені газові гідрати накопичують до наперед визначеної кількості в замкнутому об'ємі, після чого проводять їхній підігрів та плавлення в цьому об'ємі при температурі Т від 323 К до 363 К з вивільненням води та газоподібного двооксиду вуглецю при підвищенні його тиску р до робочого: від 40 МПа до 80 МПа.

Утворений газоподібний CO₂ фільтрують і осушують. Далі двооксид вуглецю в спеціальній камері з наперед визначеним об'ємом нагрівають до температури Т від 1473 К до 1673 К, при цьому його тиск р підвищується до 420 МПа.

Газ під високим тиском направляють на здійснення формування листового матеріалу в гідравлічну камеру, де через рідину тиск CO₂ рівномірно передається на заготовку, завдяки чому проводиться процес пластичного формування листової заготовки на протязі технологічно обґрунтованого часу.



I – процеси утворення, накопичення газових гідратів відбуваються в одному пристрої

Рис. 2 – Спосіб виготовлення деталей гідравлічним формуванням

Після завершення пластичного формування знижують тиск у гідравлічній камері шляхом направлення більшої частини CO₂ на повторне утворення гідратів (біля 95 % від об'єму газу, використаного на утворення гідратів). Залишки газу видаляють з камери в окремий резервуар (або в атмосферу), після чого виймають готовий виріб або напівфабрикат із камери. Перед проведенням нового циклу гідравлічного формування деталей втрати газу та води компенсують із зовнішніх джерел.

Таким чином, при здійсненні запропонованого способу гідравлічного формування значно зменшується собівартість готової деталі або напівфабрикату через використання дешевого вуглекислого газу CO₂, зменшуються капітальні витрати на установку для здійснення способу внаслідок використання більш простого технологічного обладнання в порівнянні з компресорним.

Список літератури

1. Скрипник О. В. Штампування деталей тиском вибухової хвилі / О. В. Скрипник, В. В. Свяцький // Trends of Modern Science – 2016. Materials of the XII International scientific and practical conference. May 30 - June 7, 2016. – Sheffield : Science and education LTD, 2016. – Vol. 22. Technical Science. – P. 30-33.
2. Патент 107842 Україна, МПК B21D 22/18 (2006.01), B21D 26/06 (2006.01), B21D 26/08 (2006.01). Спосіб штампування деталей тиском вибухової хвилі / О. В. Скрипник, В. В. Свяцький. – № u201512320; заявл. 14.12.2015; опубл. 24.06.2016, Бюл. № 12/2016.
3. Скрипник О. В. Виготовлення безпористих деталей з використанням газогідратних технологій / О. В. Скрипник, В. В. Клименко, В. В. Свяцький, А. А. Віхтоденко // Scientific Horizons – 2015. Materials of the XI International scientific and practical conference. September 30 - October 7, 2015. – Sheffield : Science and education LTD, 2015. – Vol. 11. Technical sciences. Construction and architecture. – P. 27-29.
4. Патент 106106 Україна, МПК B21D 26/02 (2011.01), B21D 22/18 (2006.01). Спосіб виготовлення деталей гідравлічним формуванням / О. В. Скрипник, В. В. Свяцький. – № u201511588; заявл. 23.11.2015; опубл. 11.04.2016, Бюл. № 7/2016.