

Винахід відноситься до області обробки матеріалів тиском і може бути використаний в металургійній, машинобудівній, авіаційній і інших галузях промисловості.

Відомі способи формоутворення матеріалів традиційними методами обробки тиском: прокаткою, пресуванням, волочінням і ін. при яких у процесі формоутворення проходять і процеси зміцнення. Однак, як правило, ці методи обробки проводять з метою формоутворення за один або кілька переходів, після кожного з яких проводять термообробку з метою відновлення технологічної пластичності і зниження твердості.

На сьогоднішній день залишається безперечним, що фізико-механічні властивості матеріалу залежать від умови деформування: механічної схеми деформації, температури, ступеня накопиченої деформації й ін. Також відомо, що високих ступенів зміцнення матеріалів дозволяють досягати методи інтенсивної пластичної деформації (ІПД). Ці методи в даний час одержали активний розвиток як способи, призначені для створення ефективних структурних станів і високих характеристик міцності в масивних зразках з різних металів і сплавів. Однак способи одержання масивних заготовель великих розмірів з високою однорідністю структури залишаються досить актуальними. Актуальні також проблеми розробки нових, технологічно більш ефективних схем ІПД, а також технологічного оснащення для їхньої реалізації [Валиев Р.З., Александров И.В. Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией - М.: Логос, 2000. -272с., стор.5-13].

Відомий спосіб одержання субмікрокристалічної структури методом крутіння під високим тиском, за допомогою якого були досягнуті великі деформації зі ступенями  $\varepsilon = 10$  і більш без руйнування заготовок [Valiev R.Z.// Nanostructured Materials 1995, V.6, p73]. Суть способу полягає в тім, що плоский зразок поміщають між бойками і стискають високим тиском, після чого нижній боек повертають і за рахунок поверхневого тертя деформують зразок зсувом. Отримані в такий спосіб зразки мають форму дисків діаметром 10-20мм і товщиною 0,2-0,5мм.

Недоліком цього способу є низька ефективність обробки зразків більшої товщини.

Найбільш близьким до заявленого є спосіб обробки матеріалів методом гвинтової екструзії, що дозволяє накопичувати в заготовках що оброблюються великі деформації [Бейгельзимер Я.Е., Орлов Д.В., Сынков С.Г., Решетов А.В. Винтовое прессование технологические аспекты // ФТВД, 2002, том 12, №4]. Спосіб полягає в розміщенні призматичної заготовки переднім торцем у прямолінійній заходній частині гвинтової матриці, деформацію пресуванням уздовж осі гвинтового каналу матриці, що калібрує, шляхом впливу на задній торець заготовки пуансоном, причому форма перетину і розміри заготовки в початковій і кінцевій стадіях деформування постійні, що дозволяє проводити багаторазове деформування оброблюваної заготовки через матрицю, послідовно накопичуючи в ній деформацію.

Достоїнством даного способу є можливість досягнення в оброблюваних заготовках ширшої деформації за прохід  $\varepsilon = 2$ . За рахунок зміни кута схилу гвинтової лінії в матриці стосовно осі деформації можна змінювати рівень деформації за перехід і величину тиску в робочій камері контейнера при пресуванні.

Недоліками даного способу обробки є те, що деформація заготовки в поперечному перерізі є нерівномірною, і найменший рівень деформації знаходиться на осі заготовки. Параметр інтенсивності деформації для часток, що розташовані на осі заготовки, складає приблизно 0,25 [Бейгельзимер Я.Е., Варюхин В.Н., Орлов Д.В., Сынков С.Г. Винтовая экструзия - процесс накопления деформаций - Донецк, ТЕМ, 2003, стр.49]. Тому для досягнення рівномірної структури і властивостей по всьому перетину, заготовку оброблюють гвинтовим пресуванням у п'ять-шість деформаційних переходів, що приводить до істотного підвищення трудомісткості процесу, особливо при обробці матеріалів що важко деформуються, як титан і його сплави, сплави нікелю, обробка яких супроводжується інтенсивним зносом гвинтового і калібруючого каналів.

Задачею пропонованого винаходу є розробка способу деформаційної обробки матеріалів, що дозволяє знизити трудомісткість обробки шляхом зменшення кількості деформаційних переходів при високій однорідності властивостей по перетину заготовки на кінцевій стадії обробки.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі деформаційної обробки матеріалів, що включає багаторазову деформацію матеріалу з протитиском без зміни його перетину на кінцевій стадії кожного деформаційного переходу, що відрізняється тим, що, відповідно до винаходу матеріал піддають комбінованій деформації, спочатку монотонної, зі ступенем деформації не менш 40%, потім інтенсивної знакозмінної деформації з кількістю деформаційних переходів не менш 2-х, причому, як монотонну, так і інтенсивну деформації здійснюють з величиною протитиска, що складає не менш границі текучості оброблюваного матеріалу, а інтенсивну деформацію проводять методом знакозмінного гвинтового пресування.

Перераховані ознаки є суттю винаходу, оскільки вони необхідні для реалізації винаходу і достатні для досягнення поставленої задачі.

Перша стадія деформування заготовки - монотонна деформація дозволяє накопичувати в металі велику щільність дислокацій (високий рівень внутрішніх напружень), що на другій стадії - інтенсивної гвинтової деформації, шляхом утворення дисхлінації, приводять структуру матеріалу до швидкої фрагментації з реалізацією ефекту надпластичності. Крім того, знак деформації залежить від напрямку закручування гвинтової лінії каналу матриці. Деформуючи заготовку після одного переходу монотонної деформації через гвинтові матриці з каналами правого і лівого "закручування" одержуємо деформацію при виході з однієї матриці того ж знака, що і на вході в наступну матрицю. Це дозволяє збільшити довжину ділянок квазімонотонної деформації і, на кінцевому підсумку, за два переходи інтенсивної гвинтової знакозмінної деформації досягти високого рівня фрагментації структури з рівномірним розподілом властивостей по перетину.

Реалізація на всіх стадіях деформування заготовки протитиску не менш границі текучості оброблюваного матеріалу дозволяє створити сприятливу схему напруженого стану в процесі обробки, підвищуючи в такий спосіб рівень пластичності матеріалу що обробляється.

Рівень попередньої монотонної деформації зі ступенем 40% обумовлений тим, що, як правило, при обробці матеріалів зі ступенем деформації менш 40% деформації піддаються, в основному, поверхневі шари заготовки.

Винахід ілюструється наступними графічними матеріалами:

На фіг.1 представлений пристрій для реалізації монотонної деформації гідропресуванням за схемою "коло-прямокутник".

На фіг.2 показаний пристрій реалізації інтенсивної деформації гвинтовим знакозмінним пресуванням з додатком протитиску.

На фіг.3 представлена матриця для реалізації монотонної деформації методом гідропресування.

На фіг.4 показаний темплет для вимірів твердості.

На фіг.5 дані результати вимірів твердості заготовки після гідропресування.

На фіг.6 показані результати вимірів твердості заготовки після першого переходу гвинтового пресування.

На фіг.7 показані результати вимірів твердості заготовки після другого переходу гвинтового пресування.

Пристрій для реалізації монотонної деформації, представлений на фіг.1, складається з контейнера 1, пуансона 2, оброблюваної заготовки 3 і профільної матриці 4.

Пристрій для реалізації інтенсивної деформації гвинтовим знакозмінним пресуванням, представлено на фіг.2, складається з контейнера 6 з каналом необхідного профілю, пуансона 7, заготовки що оброблюється 8 і гвинтової матриці 9, що має західну 10, гвинтову (правий або лівий гвинт) 11 і що калібрує 12 частину каналу.

Спосіб, що заявляється, реалізують у такий спосіб. Щоб оброблюється заготовку 3, фіг.1, поміщують у контейнер високого тиску 1, у якому розміщена матриця 4, що має західний конус у формі кола і профільну частину у формі прямокутника. Заготовку встановлюють переднім торцем у конусну частину матриці, заливають у контейнер робочу рідину 5, вводять у канал контейнера пуансон 2, що і створює в каналі необхідний для видавлювання заготовки тиск. Заготовка видавлюється рідиною високого тиску через матрицю, деформуючись при цьому за схемою коло-прямокутник. У такий спосіб реалізують монотонну деформацію.

Далі заготовку прямокутного перетину поміщують у прямокутний робочий канал контейнера 6, фіг.2, розміщуючи переднім торцем у західній частини 10 гвинтової матриці 9 і, впливаючи пуансоном 7 на верхній торець заготовки 8, продавлюють її через гвинтовий канал і канал матриці що калібрує 12. Одночасно з моментом початку пресування заготовки до переднього її торця прикладають протитиск величиною не менш границі текучості матеріалу заготовки, що дозволяє створити в очагу деформації сприятливу схему напруженого стану. Коли пуансон 7 входить у прямолінійну західну частину матриці 10, процес зупиняють, пуансон витягають з контейнера 6, поміщують туди наступну заготовку і цикл повторюють.

У такий спосіб пропресовують необхідну кількість заготовок через гвинтову матрицю з протилежним напрямком гвинта і пропресовують через неї заготовки що оброблюються, прикладаючи при цьому протитиск і створюючи гідростатичний тиск в очагу деформації.

Конкретний приклад реалізації.

Заготовку з міді марки М1 діаметром 36мм і висотою 120мм обробляли способом деформаційної обробки матеріалів, що пропонується. Початкова твердість заготовки складала 70...72HV. Монотонну деформацію методом гідропресування проводили в установці для гідропресування з контейнером діаметром каналу 50мм, у нижній частині якого встановлена матриця з кутом заходного конуса  $2\alpha = 45^\circ$  і перетином, що калібрує, показаним на фіг.3.

Гідропресування проводили в один деформаційний перехід з  $\varnothing 36 \rightarrow$  розмір 28x18, при цьому ступінь деформації складала  $\psi = 50,5\%$ , тиск гідропресування в контейнері -  $P = 740 \div 700$  МПа. Від отриманої заготовки довжиною  $L=240$ мм відрізували передній і задній торці довжиною по 20мм, після чого від одного з торців відрізували темплет  $L=20$ мм для вимірів твердості, а заготовку, що залишилася, розрізували на заготовки довжиною по 90мм кожна. З відрізаного темплету виготовили шліф і провели виміри твердості у точках, зазначених на фіг.4.

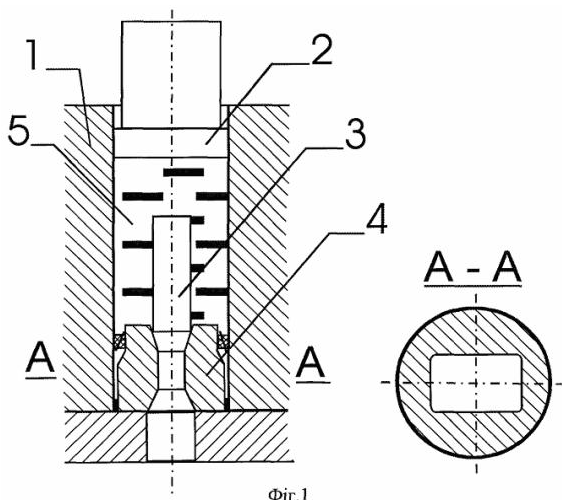
Результати вимірів показані на фіг.5.

Далі проводили інтенсивну деформацію гвинтовим пресуванням.

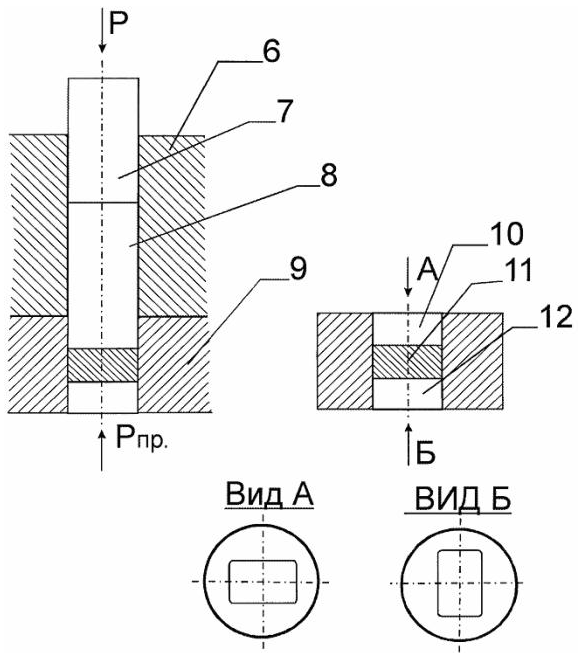
Перший перехід. Параметри матриці: кут нахилу гвинтової лінії до осі пресування  $\beta = 60^\circ$ , кут повороту вихідного перетину до вхідного  $\varphi = 90^\circ$ , довжина каналу, що калібрує,  $L=30$ мм, напрямок закручення гвинта - правий. Зусилля протитиску -  $15\text{т} \rightarrow 300$  МПа. Обидві заготовки продеформували гвинтовим пресуванням, в одній з яких із середньої частини заготовки вирізували поперечний темплет, виготовили шліф і провели вимір твердості у точках, зазначених на фіг.4. Результати вимірів показані на фіг.6.

Другий перехід проводили гвинтовим пресуванням через матрицю з тими ж параметрами, але напрямком закручення гвинта - лівий. Зусилля протитиску -  $15\text{т} \sim 300$  МПа. Після деформації третьої заготовки із середньої частини заготовки вирізували поперечний темплет, виготовили шліф і провели виміри твердості у точках, зазначених на фіг.4. Результати вимірів показані на фіг.7.

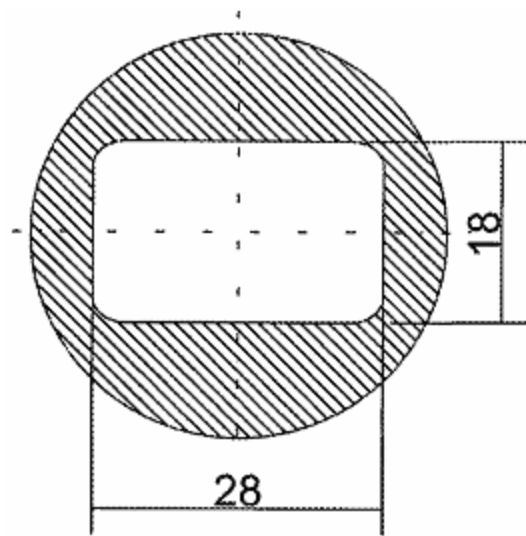
Приведені дані свідчать як про істотне підвищення механічних характеристик обробленого матеріалу, так і їхньої рівномірності по перетину, що дозволяє судити про можливості промислової реалізації винаходу і його безумовної корисності.



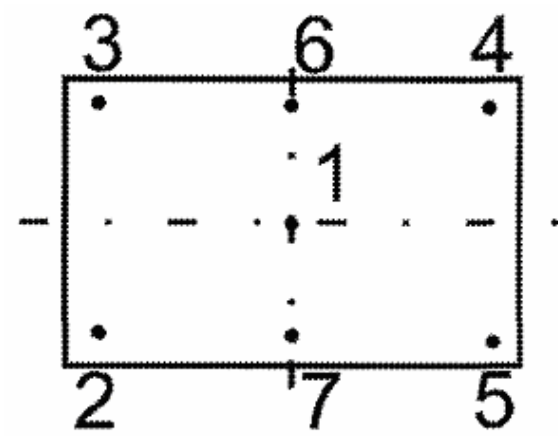
Фіг.1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

<b>№ точки</b>	<b>HV, МПа</b>
1	81
2	88
3	89
4	88
5	87
6	92
7	93

Фиг.5

<b>№ точки</b>	<b>HV, МПа</b>
1	118
2	126
3	128
4	127
5	129
6	124
7	122

Фиг. 6

<b>№ точки</b>	<b>HV, МПа</b>
1	130
2	131
3	132
4	131
5	131
6	130
7	131

Фиг.7