



УКРАЇНА

(19) UA (11) 52124 (13) U
(51) МПК (2009)
B21J 5/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ГІДРОСТАТИЧНОЇ ОБРОБКИ МАТЕРІАЛІВ

1

(21) u201002867

(22) 15.03.2010

(24) 10.08.2010

(46) 10.08.2010, Бюл. № 15, 2010 р.

(72) КОСИНСЬКИЙ ВОЛОДИМИР ВОЛОДИМИ-
РОВИЧ(73) ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ(57) Спосіб гідростатичної обробки матеріалів, що
включає розміщення заготовки в гідростаті, залив-

2

ку робочої рідини в гідростат та її стиснення, який **відрізняється** тим, що робоча рідина містить рідку фазу - в'язких рідин ($\mu > 0,1$ Па·с) та тверду фазу - нано- або мікропорошків інертних з'єднань, причому вміст рідкої фази у рідині не повинен бути менше 48 % при тиску до 0,5 ГПа, менше 56 % при тиску до 1,0 ГПа, менше 60 % при тиску до 1,5 ГПа, де μ - динамічний коефіцієнт в'язкості.

Корисна модель відноситься до обробки металів тиском і стосується процесу гідроекструзії різних профілів з тугоплавких металів, стопів та їх порошків, в тому числі виробів з композиційних матеріалів, металокераміки тощо.

Відомий спосіб пресування гідроекструзією з використанням гідростатів, які працюють при тисках 100÷800 МПа [1]. Спосіб полягає в тому, що заготовку розміщують в гідростаті, заливають робочу рідину, в якості якої використовують воду. Гідростат герметизують пробкою з ущільненнями, розміщують в робочий простір гідравлічного преса і створюють необхідне зусилля, іноді роблять витримку в часі, прес розкривають, виймають відпресовану деталь або прес залишок металу, котрий залишився після гідроекструзії.

Недоліком цього способу є використання в якості робочої рідини води, яка має високий коефіцієнт стиснення (при 800 МПа переходить в твердий стан), що приводить до збільшення робочого ходу повзуна преса, зайвих витрат електроенергії, збільшення тривалості циклу.

Відомий спосіб пресування гідроекструзією та компактування керамічних композитів з використанням гідростатів, які працюють при тисках 800÷1500 МПа [2], прийнятий за прототип. У зв'язку з необхідністю застосування більш високого тиску в якості робочих рідин використовують етілсилоксанові речовини, або гліцерин або його суміш з керосином.

Суттєвим недоліком цього способу є використання робочої речовини, яка має високий коефіцієнт стискування, що приводить до збільшення ро-

бочого ходу повзуна преса, зайвих витрат електроенергії, збільшення тривалості циклу.

В основу корисної моделі поставлено завдання розробки способу гідростатичної обробки матеріалу, в якому зменшується втрата енергії стискування, та збільшується «робочий» об'єм камери високого тиску (КВТ) за рахунок використання відповідних сумішей рідини і нано- та мікропорошків.

У ряді випадків, досягши тиску в КВТ потрібної технологічної величини, доводиться лімітувати висоту оброблюваних виробів, а з використанням пропонованої концентрованої робочої рідини за рахунок різного ступеня стиснення «чистої» рідини та суміші рідини з порошком (суспензії) - висота оброблюваних виробів може збільшуватися до 15%.

Рішення даного завдання досягається тим, що спосіб гідростатичної обробки матеріалів, що включає розміщення заготовки в гідростаті, заливку робочої рідини в гідростат та її стиснення, в якому згідно корисної моделі, робоча рідина містить рідку фазу - в'язких рідин ($\mu > 0,1$ Па·с) та тверду фазу - нано- або мікропорошків інертних з'єднань, причому вміст рідкої фази у рідині не повинен бути менше 48 % при тиску до 0,5 ГПа, менше 56 % при тиску до 1,0 ГПа, менше 60 % при тиску до 1,5 ГПа, де μ - динамічний коефіцієнт в'язкості.

Застосування пропонованої робочої рідини засновується на законах накопичення внутрішньої енергії різними по фізичних властивостях субстанціями - рідинами і твердими тілами, при стисненні їх під високим тиском.

(19) UA (11) 52124 (13) U

Відомо [5], що під тиском модуль пружності твердих тіл (E_T) на кілька порядків вище, ніж відповідний модуль об'ємного стиску рідин (E_L). Тобто для рішення ряду прикладних завдань тверді тіла в порівнянні з рідинами можна вважати нестисливими.

Так, модуль пружності часточок порошку Al_2O_3 (корунд) відповідає $E_T \sim 600$ ГПа у той час як води $E_L \sim 1$ ГПа.

Тому використання в гідропресуванні пропонуваної робочої рідини, яка містить рідку та тверду фазу, дозволяє зменшити втрату енергії стискування та знизити енерговитрати за рахунок того, що рідина при високому тиску здатна накопичувати енергію на кілька порядків більше, ніж тверді порошкові матеріали. Тобто, чим більше концентрація твердої фази в суспензії, тим менше енергії буде затрачено при тиску.

При створенні суспензій (визначення відсоткового змісту твердої фази в рідині) необхідне збереження їх текучості, тобто, мінімального тертя між частинками. Ступінь концентрації суспензій характеризується рухом частинок в рідкій фазі. Максимально концентрованими вважаються суспензії (або пасти) з вмістом в рідині твердої фази приблизно 62 % залежно від форми частинок. При використанні концентрованих суспензій в процесах гідростатичної обробки необхідно враховувати, що рідини стискаються [4]:

- тиск $P = 0.5$ ГПа, зміна об'єму (ΔV) - $8 \div 10$ %;
- тиск $P = 1$ ГПа, зміна об'єму (ΔV) - $16 \div 18$ %;
- тиск $P = 1.5$ ГПа, зміна об'єму (ΔV) - $20 \div 22$ %.

У зв'язку з тим, що вміст рідини у твердій фазі в середньому складає 62 % тому $100\% - 62\% = 38\%$. При тиску 0,5 ГПа рідина стискається до 10 %. Отже, для зберігання умови текучості при роботі під тиском 0,5 ГПа, необхідно первісну концентрацію рідини зробити не менше ніж $38\% + 10\% = 48\%$. При тиску 1 ГПа - не менше ніж $38\% + 18\% = 56\%$. При тиску 1,5 ГПа - не менше ніж $38\% + 22\% = 60\%$.

З урахуванням вище приведених даних можна рекомендувати: при гідростатичній обробці тиском до 0.5 ГПа, вміст рідкої фази в суспензії повинен бути не меншим 48 %; при роботі з тиском до 1 ГПа, вміст рідкої фази повинен бути не меншим 56%; і при роботі з тиском до 1.5 ГПа, вміст рідкої фази повинен бути не меншим 60 %.

При меншому складі рідкої фази в суспензії текучість при гідростатичної обробки буде пору-

шуватися, що відповідно буде погіршувати якість виготовлених виробів.

Таким чином, нові ознаки при взаємодії з відомими ознаками забезпечують виявлення нових технічних властивостей - розроблено спосіб пресування в гідростатичних установках з використанням нового складу робочої рідини, який забезпечує зменшення втрат енергії стискування, та збільшує «робочий» об'єм камери високого тиску (КВТ).

Це забезпечує усій заявленій сукупності ознак відповідність критерію "новизна" та приводить до нових технічних результатів.

Для експериментальної перевірки використуємо гідралічний прес зусиллям 4 МН, камери високого тиску (КВТ) - 1,5 ГПа з габаритами: $D = 5,5$ см, $L = 24$ см. Максимально можливий тиск рідини в контейнері при повному зусиллі преса - 1,6 ГПа, «робочий об'єм» КВТ - 500 см^3 .

Для цього об'єму КВТ були приготовлені 3 види суспензії:

Перший вид: об'єм гліцерину $V_1 = 450 \text{ см}^3$ (удільна вага гліцерину (γ_r) = 1.262 г/см^3), з початковим динамічним коефіцієнтом в'язкості $\mu = 1,48 \text{ Па}\cdot\text{с}$ змішують з 200 грамами мікропорошку Al_2O_3 фракції 10 мкм (удільна вага Al_2O_3 (γ_r) = 4 г/см^3), об'ємом по питомій вазі ($V = 50 \text{ см}^3$), об'ємна концентрація твердої фази в рідкій приготованій суспензії - 1/9;

Другий вид: об'єм гліцерину $V_2 = 400 \text{ см}^3$ - мікропорошка Al_2O_3 - 400 грамів ($V = 100 \text{ см}^3$), концентрація суспензії - 1/4;

Третій вид: об'єм гліцерину $V_3 = 350 \text{ см}^3$ - мікропорошка Al_2O_3 - 600 грамів ($V = 150 \text{ см}^3$), концентрація суспензії - 3/7.

Кожну суспензію ретельно перемішували і по черзі заливали в КВТ для проведення вимірів ступеня їх стиснення. Загальний об'єм кожної суспензії складав 500 см^3 , висота заповнення $H_1 = 21$ см.

Стиснення виготовлених суспензій і «чистого» гліцерину в КВТ проводили під тиском 300, 500 і 700 МПа, з фіксацією зміни об'ємів ΔV_C - суспензій ΔV_r - гліцерину. По різниці змін об'ємів $\Delta V_r - \Delta V_C$ розраховували кількість питомої енергії, заощадженої на використанні суспензій з різною концентрацією мікропорошку Al_2O_3 , на відміну від «чистого» гліцерину, при однаковому тиску навантаження. Дані по стисненню і результати розрахунків заносили в таблицю.

Таблиця 1

Зміна об'ємів суспензій різних по концентрації в них мікро порошку Al_2O_3 і чистого гліцерину при різному тиску і різниця у витраченій питомій енергії на їх стиснення.

Гидро- стат. тиск Р (МПа)	Зміна об'є- му чистого гліцерину ΔV _Г (см ³)	Зміна об'єму суспензій ΔV _С (см ³)			Питома енергія стиснення чис- того гліцерину U _А · 10 ⁴ (Дж/м ³)	Питома енергія стиснення су- спензій U _Н · 10 ⁴ (Дж/м ³)			Різниця в зміні об'єму чистого гліцерину і су- спензій (ΔV _Г - ΔV _С)=ΔV(см ³)			Різниця в питомій енер- гії стиснення чистого гліцерину і суспензій U _А -U _Н · 10 ⁴ (Дж/м ³)		
		Об'ємна кон- центрація (%)				Об'ємна концен- трація (%)			Об'ємна концен- трація (%)			Об'ємна концентрація (%)		
		10	20	30		10	20	30	10	20	30	10	20	30
0	0	0	0	0	-	-			0	0	0	-	-	-
300	31	28	25	22	7.75	7	6,2	5,4	3	6	9	0.75	1.55	2.35
500	45	41	36	32	17.4	15.7	13,9	12,8	4	9	13	1.7	3.5	4.6
700	57	51	46	40	28.7	25.8	23	20.1	6	11	17	2.9	5.7	8.6

Як видно з експериментальних даних (табл. 1), при стисненні суспензій зміна об'єму при однаковому тиску буде меншою, ніж при стисненні «чистих» рідин, а, отже, і загальні енерговитрати установок так само зменшаться. Зміна об'єму суспензії під тиском відповідає зміні об'єму рідкої фази, що міститься в ній, тобто у суспензіях стискається тільки рідина і чим менше (в % відношенні) рідини в суспензії, тим меншими будуть енерговитрати в процесах гідростатичної обробки. Із збільшенням габаритів КВТ запропонований спосіб може значно впливати на економію енерговитрат.

Виходячи з вищевикладеного, можна зробити висновок про те, що запропоноване технічне рішення є промислово придатним, бо може використовуватися у промисловості.

Джерела інформації

1. Процессы изостатического прессования. Под ред. П.Дж. Джеймса. - М.: Металлургия, 1990. - 192 с.
2. В.А. Белошенко, В.Н. Варюхин, В.З. Спусканюк. Теория и практика гидроэкструзии. Киев «Наукова думка». 2007. - 248 с.
3. Механические свойства металлов под высоким давлением. Под ред. Х.Л. Пью. - Вып. 2 -М.: Мир, 1973. - 374 с.
4. Исследования в области высоких давлений. Под ред. Золотых Е.В. - М.: Издательство стандартов, 1987. - 304 с.
5. Бриджмен П.В. Новейшие работы в области физики высоких давлений. - М.: ИЛ, 1948. - 300 с.