

которые существенным образом отличаются от эвтектических, были получены структуры, подобные эвтектическим. Такое явление выявлено для всех сплавов, за исключением близких к эвтектическим; для таких сплавов уже малые значения G_p/V обеспечивают стойкость плоского фронта кристаллизации.

Когда плоский фронт кристаллизации двухфазных сплавов нарушается, образуются дендриты и однофазные ячейки. Хотя на начальной стадии нарушения плоского фронта каждая из фаз может образовывать выступы, только однофазные ячейки и дендриты могут прорасти в жидкость на большие расстояния от изотермического фронта кристаллизации.

Выводы

1. При описании процесса кристаллизации припой системы Pb-Sn-Bi условие стойкости плоского фронта кристаллизации состоит в том, что градиент фактической температуры на поверхности распределения твердой и жидкой фаз может быть равным или большим градиента

температуры ликвидус. Некоторые трудности при расчетах связаны с наличием на диаграмме состояния поверхности ликвидус, а не линии ликвидус и возможностью диффузного взаимодействия растворенных компонентов.

2. Окончательная микроструктура сплава состоит из трех фаз: α , β , δ . Фаза α составляет основную массу в микроструктуре, причем ~20% этой фазы представляет первичные кристаллы, другая часть затвердевает в составе эвтектик.

Литература

1. Хансен М., Андерко К. Структура двойных сплавов т.1, т.2. Г. Металлургиздат, 1962. – 1488 с.
2. Гуляев А.П. Металловедение, 4 изд. – М, "Оборонгиз", 1963. – 460 с.
3. Флемингс М. Процессы затвердевания. Пер. с англ. – М, Мир. 1977. – 424 с.
4. Лариков Л.Н., Исачев В.И. Диффузия в металлах и сплавах. Справочник АН УССР. Институт металлофизики – Киев. Научная мысль 1987. – 509 с.

УДК 621.73.002.5

Кривда Л.Т., Гожий С.П.

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут". Україна, м. Київ

ЧИСЛОВИЙ РОЗРАХУНОК БЕЗТРАНСМІСІЙНОГО ОСЦИЛЯТОРА ПРЕСУ ДЛЯ ШТАМПУВАННЯ ОБКОЧЕННЯМ

Анотація

В статті наведені ключові проблеми пов'язані з проектуванням ефективного обладнання для штампування обкоченням та надано опис програми для числового розрахунку основних параметрів безтрансмісійного осцилятора. Проведено аналіз отриманих результатів та зроблені відповідні висновки.

Abstract

In the article demonstrated problems connected to the designing effective equipment for die rocking process and descriptions of program for calculations basic parameters of less-transmission oscillator. Conditions analysis of receipted results and made corresponding conclusions.

Вступ

Методи локального об'ємного деформування металів, в тому числі і штампування обкоченням (ШО), мають низку переваг перед традиційними. Але частка таких технологій в загальному обсягу сучасної металообробки не значна, це стосується як вітчизняного виробництва так і зарубіжного. Такий переки не на користь штампування обкоченням, окрім недостатньої кількості технологічних

розробок, в першу чергу пов'язаний з обмеженою кількістю спеціальних гідропресових установок для реалізації процесу на ринку ковальсько-штампувального обладнання (КШО). Найбільш масовою пропозицією є гама пресів для ШО фірми SCHMID моделей T200, T400 і T630 [1], які мають значні показники технологічних можливостей для виготовлення широкої гама за типами і розмірами деталей. Але для вітчизняного виробника важливою характеристикою любого обладнання, в тому числі і для ШО, є його вартість. Інші пропозиції на ринку КШО носять більш вузький за технологічними можливостями характер за ціновими пропозиціями вони більш привабливі і виходять, в основному, від російських виробників, які задовольняють свій і ринок обладнання ближнього зарубіжжя та активізують діяльність своїх науковців в цьому напрямі [2, 3].

З іншої сторони налагодження вітчизняного серійного виробництва обладнання для ШО вимагає вирішення проблем фінансування та створення відповідних технологічних та конструкторських розробок на базі накопичених наукових знань та досвіду. Останнє протягом останніх років з успіхом вирішується кафедрою механіки пластичності матеріалів та ресурсозберігаючих процесів механіко-машинобудівного інституту Національного технічного

університету України "Київський політехнічний інститут" (МІМ та РІП ММІ НТУУ "КПІ"), що відбулось в створенні і впровадженні десятків високоефективних технологічних процесів ШО та різного за призначенням спеціального обладнання. При створенні спеціального обладнання особлива увага приділялась закладенню високих показників ефективності експлуатації ще на стадії проектування. В результаті чого була розроблена конструкція безтрансмійного осцилятора преса для ШО [4] та проведений аналіз його роботи та навантаження [5]. Розв'язанню задачі знаходження оптимальних параметрів безтрансмійного осцилятора та представленню результатів його числового розрахунку присвячена ця стаття, що є продовженням досліджень наведених в [5].

Числовий розрахунок параметрів осцилятора

Спеціальне обладнання для ШО є комбінацією двох основних механізмів:

- механізм осьового переміщення, який традиційно має привід від робочого гідроциліндру;
- осцилятор, який сумісно з механізмом осьового переміщення забезпечує гвинтовий рух деформуєчого активного інструменту, завдяки якому забезпечується локальний контакт між цим інструментом і заготовкою та впливають всі переваги процесу.

Ціллю створення зазначеного осцилятора є знаходження його оптимальних розмірів та їх співвідношень. Так наприклад, основним елементом осцилятора є сферична опора пресувача. З однієї сторони, її радіус повинен бути достатньо великим для сприйняття питомих зусиль, які виникають від дії технологічного навантаження, що впливає на роботоспроможність обладнання. А з другої, радіус повинен бути мінімальним, так як від його розмірів прямопропорційно залежить величина моменту тертя в опорі, що впливає на ефективність роботи. Для вирішення таких компромісів був проведений ретельний аналіз роботи та зусиль, що діють в осциляторі в залежності від умов технологічного навантаження [5].

Для забезпечення ефективності роботи осцилятора він також забезпечений безтрансмійним приводом від безпосередньо вмонтованого в пристрій електродвигуном та системою гідравлічного розвантаження від моменту тертя сферичної опори. В результаті теоретичного аналізу складено вісім нелінійних рівнянь відносно восьми невідомих [5], серед яких основними є:

- радіус сферичної опори пресувача;
- площа та розміри порожнини розвантаження;
- коефіцієнт розвантаження;
- діаметр основи пресувача та ін.

Визначення числових значень параметрів осцилятора, які характеризують оптимальні величини цих невідомих, являється складним завданням із-за трудомісткості та значних обсягів обчислень. Для виконання цього завдання розроблена блок-схема алгоритму розрахунку параметрів осцилятора та складена і апробована за допомогою мови програмування FORTRAN-V програма KLTA.

Розрахунок основних параметрів механізму осцилятора в програмі проводиться за умови визначення їх оптимального співвідношення та для різних варіантів механічних властивостей матеріалу пресувача, і при різних значеннях ексцентриситету прикладання технологічного зусилля, який вираховується у відповідності до типу деталі, що штампується: дискова, фланцева чи кільцева. При цьому розмірність всіх величин, що вводяться чи виводяться задається в системі одиниць СІ, окрім табличних, які для зручності користувача запропоновані в більш розповсюджених розмірностях.

Аналіз результатів числових розрахунків

Вибрані результати розрахунків параметрів механізму осцилятора для випадку базових параметрів, що задаються:

- номінальна сила пресу для ШО – 500 тс;
- матеріал пресувача – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71 НВ 230...280, наведені в табл. 1.

За результатами розрахунків побудовані залежності, які відображають величину допустимих зусиль, що діють на пресувач від ексцентрично прикладеної рівнодіючої технологічного навантаження (див. рис. 1). На графіку відображено максимальний ексцентриситет при номінальному зусиллі, що відповідає обробці циліндричної деталі та максимально допустимому за розмірами деталь при обробці на цьому обладнанні, але при умові відповідного зниження технологічного зусилля.

На рис. 2 надано графіки залежності основних параметрів механізму осцилятора в залежності від ексцентриситету прикладання рівнодіючої технологічного навантаження. З графіка видно, що з ростом ексцентриситету зростає потужність приводу та розміри пресувача. Але при цьому ККД залишається не змінним, що пояснюється тим, що осцилятор має оптимальні обрховані параметри та використанням безтрансмійного приводу і системою гідравлічного розвантаження сферичної опори пресувача від моменту тертя. При цьому розрахунковий ККД механізму осцилятора досягає значення 62%, що значно вище параметрів машин [6], в яких ККД приводу знаходяться в межах 40...50%.

Висновки

За результатами аналітичних досліджень роботи та навантажень основного механізму пресу для ШО – безтрансмійного осцилятора, розроблена програма числового розрахунку основних параметрів та характеристик цього механізму, яка за допомогою комп'ютерної техніки може бути реалізована як окремо, так і в складі САПР спеціального обладнання для ШО.

Отримані при числового розрахунку результати дозволили побудувати графік допустимих зусиль на пресувачі в залежності від ексцентриситету їх прикладання по міцності пресувача, що дає можливість швидкого та наглядного проектування технологічних процесів ШО для різних за типами і розмірами деталей.

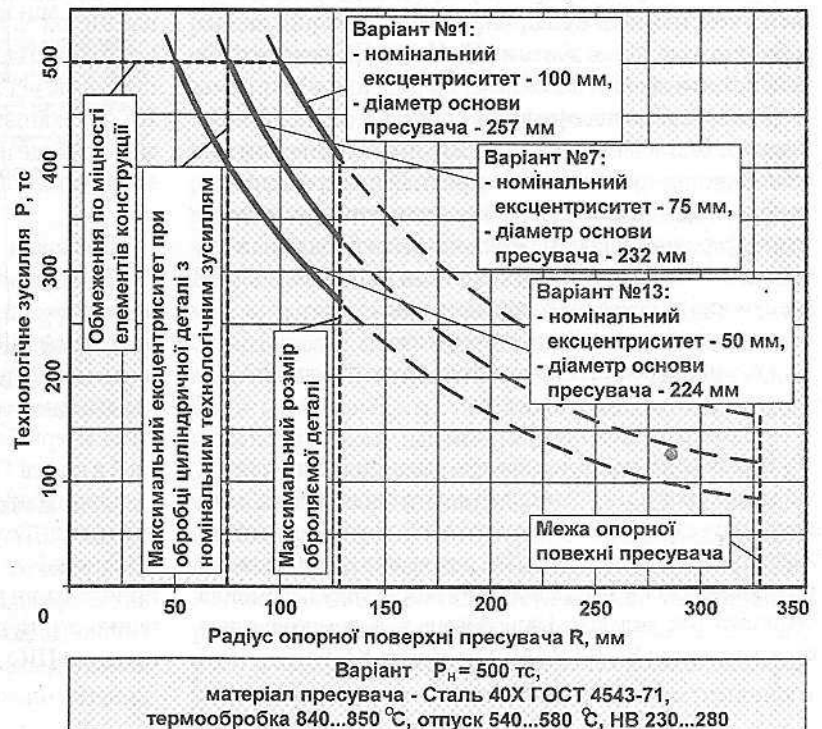
Вибрані результати розрахунків деяких параметрів осцилятора

№№ з/п	Параметр		Одиниці вимірювання	Варіант розрахунків		
	Назва	Поз-нач.		1...	...7...	...13
1.	Номинальна сила пресу	P	H	$5 \cdot 10^6$	$5 \cdot 10^6$	$5 \cdot 10^6$
2.	Маса рухомих частин	m_0	кг	10000	10000	10000
3.	Кут тертя в сферичн. опори	ψ	рад.	0,08	0,08	0,08
4.	Кут нахилу осі пресувача	γ	рад.	0,044	0,044	0,044
5.	Коефіцієнт запасу міцності	n	-	1,5	1,5	1,5
6.	Конструктивна довжина осцилятора	L	м	1	1	1
7.	Межа витривалості на згин матеріалу пресувача	σ_{-1}	H/м	360	360	360
8.	Висота активного інструменту пресувача	H_n	м	0,05	0,05	0,05
9.	Тиск рідини напірного трубопроводу	p_H	H/м ²	$0,3 \cdot 10^8$	$0,3 \cdot 10^8$	$0,3 \cdot 10^8$
10.	Ексцентриситет прикладання технологічного зусилля	p	м	0,1	0,075	0,05
11.	Радіус сферичної опори	r	м	0,33	0,33	0,325
12.	Діаметр основи пресувача	d_0	м	0,257	0,233	0,204
13.	Коефіцієнт розвантаження	K_p	-	0,89	0,91	0,93
14.	Кут до точки прикладання сили розвантаження	ν	рад.	0,91	0,891	0,868
15.	Реакція в ексцентриковому роторі	R_c^n	H	$0,51 \cdot 10^6$	$0,38 \cdot 10^6$	$0,25 \cdot 10^6$
16.	Реакція в сферичній опорі зі сторони прикладання сили	R_A	H	$0,65 \cdot 10^6$	$0,5 \cdot 10^6$	$0,34 \cdot 10^6$
17.	Момент на ексцентриковому роторі	M_K	H*м	$0,73 \cdot 10^4$	$0,54 \cdot 10^4$	$0,36 \cdot 10^4$
18.	Ексцентриситет ротора	X_0	м	0,696	0,691	0,691
19.	Менший радіус порожнини розвантаження	r_1	м	0,3	0,299	0,292
20.	Більший радіус порожнини розвантаження	r_2	м	0,207	0,199	0,187
21.	Площа порожнини розвантаження	S_p	м ²	0,149	0,156	0,158
22.	Момент крутільний	$M_{кр}$	H*м	$0,1 \cdot 10^3$	$0,9 \cdot 10^4$	$0,6 \cdot 10^1$
23.	ККД осцилятора	η	-	0,62	0,62	0,62
24.	Потужність приводу	$N_{пр}$	H*м/с	$0,70 \cdot 10^1$	$0,53 \cdot 10^1$	$0,35 \cdot 10^1$
25.	Параметри, що задаються:	Матеріал пресувача – Сталь 40X ГОСТ 4543-71. Термообробка 840...860°C. Отпуск 540...580°C. HB 230...280.				

Використання розробленої конструкції механізму осцилятора дозволяє підняти розрахунковий ККД його приводу до 62%, причому задіяні заходи підвищення ефективності роботи механізму дозволяють утримувати досягнутий рівень ККД незалежно від особливостей протікання технологічного процесу ШО.

Кафедра МПМ та ТП ММІ НТУУ "КПІ", як розробник, має в розпорядженні програму числового розрахунку параметрів безтрансмійного осцилятора преса для ШО і готова взяти участь в розробці і впровадженні високо-ефективних технологічних процесів та обладнання ШО.

Рис. 1. Графік допустимих зусиль на пресувачі у відповідності до його міцності при різному ексцентриситеті прикладання технологічного зусилля на опорній поверхні пресувача



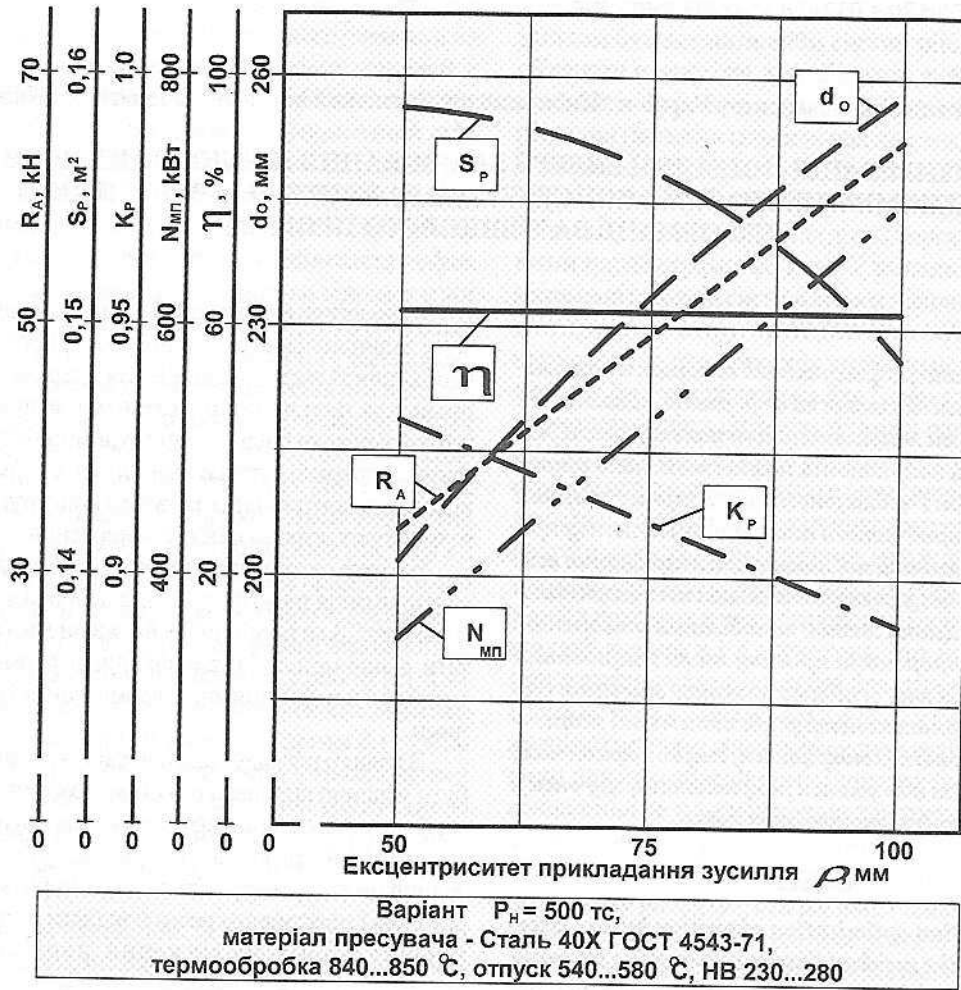


Рис. 2. Графік залежності основних параметрів, що розраховуються, від ексцентриситету прикладання технологічного зусилля

Література

1. *Пресс для холодной штамповки методом обкатки*. Проспект фирмы SCHMID. Heinrich Schmid Maschinen- und Werkzeugbau AG, CH - 8640 Rapperswil / Schweiz.
2. *Челіщев С.В.* Кузнечно-прессовое оборудование в начале нового века. Кузнечно-штамповочное производство. 1998. №2. - С. 4-9.
3. *Наговицын В.В.* Технология и оборудование торцевой раскатки заготовок. Кузнечно-

4. *Авторское свидетельство СССР № 1650308*. Кл. МКИ В21 D21/12. Машина для сферодвижной штамповки. - 1991. Б.И. № 19. - 6 с.
5. *Кривда Л.Т., Гожий С.П.* Безтрансмисийний осцилятор преса для штампування обкочуванням. Технологические системы. №2 (18). - 2003. - С. 84-89.
6. *Екимов К.К.* Сферодвижный прессоватедь. // Сборник трудов ЛПИ. 1986. - № 54.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ НОВЫХ ПРОЦЕССОВ, МАТЕРИАЛОВ, ИЗДЕЛИЙ