

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Кафедра прикладного матеріалознавства і технології
конструкційних матеріалів**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

зі спеціальності 132 «Матеріалознавство»

Тема роботи: Вибір матеріалу, розробка технологічного процесу виготовлення та зміцнення деталі «штамп гарячого деформування»

Виконав:

студент Куліш Дмитро
Володимирович

Залікова книжка

№ 19510091

Підпис _____

Захищена з оцінкою

Оцінка, дата

Керівник:

Руденко Павло Володимирович

Підпис _____

Секретар ЕК

_____ Марченко К.С.

Прізвище, підпис

Суми 2022

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра прикладного матеріалознавства і технології конструкційних
матеріалів
Спеціальність 132 «Матеріалознавство»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Гарант Освітньої програми
«Прикладне матеріалознавство»
Харченко Н.А.
«23» червня 2022 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

Студенту Кулішу Дмитру Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема випускної роботи: вибір матеріалу, розробка технологічного процесу виготовлення та зміцнення деталі «штамп гарячого деформування»
2. Вихідні дані: Креслення деталі «штамп гарячого деформування» та вимоги до неї вказані на кресленні (додаток А)
3. Перелік обов'язкового графічного матеріалу
 - 1) Креслення деталі.
 - 2) Графік термічної обробки деталі
4. Етапи виконання випускної роботи:

№	Етапи і розділи проектування	Тижні			
		1	2	3	4
1	РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА УМОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДЕТАЛІ	X			
2	РОЗДІЛ 2 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	X			
3	РОЗДІЛ 3 ВИБІР МАТЕРІАЛУ ДЕТАЛІ ТА МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ		X		
4	РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА МАРШРУТНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ			X	
5	РОЗДІЛ 5 ВИБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ОПЕРАЦІЙ ТЕРМІЧНОЇ ОБРОБКИ				X

5. Дата видачі завдання 26.04.2022 р.

Керівник _____
(підпис)

доцент, Руденко П. В.
(посада, прізвище)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра вміщує 58 сторінок, зокрема 55 таблиць, 4 рисунків, список із 24 використаних джерел на 2 сторінках, 2 додатків на 2 сторінках.

Мета роботи – вибір матеріалу, розробка технологічного процесу виготовлення та зміцнення деталі "Штамп гарячого деформування"

Методи досліджень – макро- та мікроаналіз, вимірювання твердості за методами Брінелля та Роквелла.

В ході роботи була обрана марка інструментальної штампової сталі, розроблена маршрутна технологія виготовлення деталі «штамп гарячого деформування», запропоновано режими термічної та хіміко-термічної обробки деталі. 1 -2 абзаца.

Ключові слова: штамп, деформація, прес, температура, технологічний процес, поковка, зусилля деформації.

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА УМОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДЕТАЛІ...	6
1.1 Умови роботи штампу гарячого деформування	6
1.2 Причини виходу з ладу штампу гарячого деформування	9
Висновки.....	10
РОЗДІЛ 2 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	11
2.1 Технології виготовлення та методи зміцнення штампу гарячого деформування.....	11
2.2 Способи підвищення працездатності штампу гарячого деформування.	15
Висновки.....	22
РОЗДІЛ 3 ХАРАКТЕРИСТИКА МАТЕРІАЛІВ ДЕТАЛІ.....	24
3.1. Вибір матеріалу штампового інструменту	24
3.3 Методи дослідження матеріалів	31
3.3.1 Макроскопічний метод дослідження	31
3.3.2 Мікроскопічний метод дослідження	32
Висновки.....	34
РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА МАРШРУТНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ.....	35
4.1 Отримання заготовки штампу гарячого деформування.....	35
Висновки.....	39
РОЗДІЛ 5 ВИБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ОПЕРАЦІЙ ТЕРМІЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ.....	40
5.1 Призначення режиму термічного та хіміко-термічного оброблення штампу гарячого деформування	40
5.2 Вибір обладнання для проведення операцій термічної обробки	43
5.3 Розрахунок обладнання.....	46
4.2 Розрахунок площі та особливості приміщення, що проектується.....	48
5.4 Розрахунок площі та особливості приміщення, що проектується	Ошибка! Закладка не определена.
5.5 Розробка плану розташування обладнання на термічній ділянці	Ошибка! Закладка не определена.
Висновки.....	52

ВИСНОВКИ	53
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	55
ДОДАТОК А	57
ДОДАТОК Б.....	58

РОЗДІЛ 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА УМОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ДЕТАЛІ

1.1 Умови роботи штампу гарячого деформування

Під час роботи інструменти гарячеформування перебувають у складних і важких умовах навантаження, які характеризуються [1]:

- 1) збільшуються ефективні напруження, рівень яких наближається до межі плинності штампових сталей;
- 2) високі температури нагріву, близькі або в деяких випадках вище температур фазового перетворення твердотільних штампових сталей;
- 3) циклічна дія напружень від сил термічної деформації, що визначаються умовами нагрівання та охолодження форм, а також напружень, викликаних фазовими перетвореннями;
- 4) хімічний вплив ковких матеріалів, що особливо проявляється при пресуванні та напіврідкому штампуванні.

Стійкість штампа залежить від багатьох факторів. Фактори, що визначають стійкість штампів, можна розділити на три групи [1].

До першої групи належать деякі показники та особливості процесу штампування: форма і маса поковки; ступінь деформації та умови деформації ковкого металу; його стійкість до деформації; фізико-хімічні та теплофізичні властивості; хімічний склад і температура нагріву деформованого металу; наявність і товщина окалини на заготовці; тип мастила; Умови нагріву та охолодження штампів; необхідна точність розмірів поковки; тимчасова експлуатація штампа, кваліфікація

перфоратори; сезон тощо.

До другої групи входять параметри штампувального обладнання: швидкість деформації, робочий цикл і пов'язаний з ним час контакту поковки і матриці під тиском, час перебування ковки в штампі після завершення штампування та інші, наявність ежектори та особливості їх роботи.

До третьої групи належать властивості штампової сталі: жорсткість, міцність, жаростійкість, зносостійкість, жаростійкість та інші, а також мікрогеометрія та фізико-хімічні властивості поверхневого шару гравіювання, що впливають на коефіцієнти тертя.

Щоб підвищити продуктивність, інструменти гарячого формування та форми для лиття під тиском також можна піддавати хіміко-термічній обробці.

Метал, який використовується для гарячого штампування, повинен мати певні властивості. Давайте подивимося на них.

терmostійкість. Метал гарячого штампування повинен мати високу межу пластичності і високу зносостійкість при низьких температурах, щоб уповільнити процеси загартування і деформації елементів фасонної фігури, які нагріваються при роботі з гарячим металом.

термічний опір. Високі терmostійкі властивості не повинні знижуватися при тривалому температурному впливі, метал гарячих штампів повинен витримувати відпуск.

Терmostійкість - це циклічне нагрівання і охолодження поверхні форми в процесі експлуатації, що чергуються з розширенням і звуженням поверхневих шарів, що призводить до появи пожежних тріщин. Матеріал штампів повинен мати високу терmostійкість, або її частіше називають терmostійкістю або високою стійкістю до термічної втоми.

В'язкість. Деформація металу при штампуванні супроводжується впливом цього металу на пуансони, тому метал пуансонів повинен мати певну в'язкість, особливо при штампуванні на молотках. Коли необхідно досягти бажаного поліпшення в'язкості навіть за рахунок незначного зниження терmostійкості.

прожарювання. Багато штампів мають досить великі розміри (наприклад, ковальні матриці мають розміри 500 x 500 x 1000 мм тощо). Для отримання задовільних властивостей по всьому поперечному перерізу,

зокрема достатньої ударної в'язкості, сталь штампів повинна бути глибоко прожарена.

Стійкість до відпуску крихкості. Оскільки відпускну крихкість можна усунути шляхом швидкого охолодження великих матриць, сталь повинна бути мінімально чутливою до цього дефекту.

Дотримуйтеся. При сильному тиску гарячий метал може прилипнути до металу штампа (феномен адгезії), а при відриві штампованого матеріалу від штампа його поверхня частково руйнується. Це руйнівне явище буде тим більш вираженим, чим сильніше адгезійна взаємодія між штампованим металом і штампованим металом. Тому така взаємодія штампової сталі з металом виробу має бути мінімальною.

Для важких умов праці використовуються леговані сталі. Склад легованих сталей для молотових штампів наведено в (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Склад сталі для молотових штампів, % [2]

Марка сталі	C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo, /W
5ХНМ	0,5-0,6	0,5-0,8	0,15-0,35	0,5-0,8	1,4-1,8	0,15-0,30 Мо
5ХГМ	0,5-0,6	1,2-1,6	0,25-0,65	0,6-0,9	-	0,15-0,30 Мо
5ХНСВ	0,5-0,6	0,3-0,6	0,6-0,9	1,3-1,6	0,8-1,2	0,4-0,7 W

Передчасні поломки інструменту можуть бути пов'язані з помилками в конструкції, неправильним використанням, термічною обробкою, дефектами матеріалу тощо. Через ускладнення технології штампування та збільшення виробництва виробів із важкодеформованих матеріалів інструмент все частіше виходить з ладу через крихке руйнування внаслідок зміни структури, міцності та пластичності штампових сталей при деформації. Наявність молібдену покращує термостійкість, загартовування, а також зменшує тенденцію до зворотної крихкості відпуску, яку неможливо усунути швидким охолодженням у великих інструментах.

1.2 Причини виходу з ладу штампу гарячого деформування

Основними причинами втрати працездатності штампів є знос, дроблення, зміна маси та розмірів упаковки, під час яких маса і розміри поковки поступово перевищують допустимі межі. Швидкість цих процесів визначається теплостійкістю використовуваних сталей. Стійкість до заклинювання і зносу визначається не тільки високими властивостями сталі, а й швидкістю їх зміни в процесі експлуатації.

Однією з основних причин виходу штампів для гарячого формування конструкційних сталей є розвиток процесів термомеханічної втоми, які призводять до утворення решітки пожежних тріщин. Це погіршує поверхню заготовок, ускладнює їх видалення з матриці, полегшує зношування матриці та крихке руйнування. Під час роботи поверхневі шари пуансона піддаються впливу робочої напруги, яка деформує заготовку, і відомої теплової напруги, викликані чергуванням нагрівання та охолодження.

Передчасні поломки інструменту можуть бути пов'язані з помилками в конструкції, неправильним поводженням, термічною обробкою, дефектами матеріалу тощо.

Наявність молібдену покращує термостійкість, загартовування, а також зменшує тенденцію до зворотної крихкості відпуску, яку неможливо усунути швидким охолодженням у великих інструментах.

Висновки

Усі дані, пов'язані з роботою інструменту для штампування, визначають його корисність як інструменту та актуальність для вдосконалення цього продукту. Оскільки галузі, що використовують цей інструмент у своїй діяльності, виробляють все більше готової продукції з матеріалів, які важче формуються, доцільно збільшити час роботи штампів гарячого формування. В процесі роботи пуансон піддається крихкому руйнуванню, дробленню в процесі експлуатації, розвитку процесів термомеханічної втоми, що призводить до утворення мережі «високих» тріщин, в яких маса і розміри поковки поступово перевищують допустимі межі. Саме це є неприпустимим і має бути усунено.

Саме ці проблеми поспішають до вдосконалення пробивного інструменту та збільшення робочого циклу агрегату.

На сьогодні реальними завданнями в інструментальному виробництві є значне підвищення технічного рівня та підвищення якості інструментального виробництва з метою більш повного задоволення потреб машинобудування та металообробки в ньому. Основним недоліком сталей, що використовуються для виготовлення робочих частин інструментів гарячого штампування, є їх низька жорсткість і низька зносостійкість. Складність оцінки стійкості високонавантажених елементів штамповки полягає в тому, що їх експлуатація майже завжди супроводжується спільним впливом двох руйнівних процесів - зносу і втоми, що призводить до появи тріщин, їх розвитку і катастрофічності. руйнування на великій швидкості. Виходячи з цього, проблема вдосконалення та зміцнення штампів гарячого штампування буде актуальною завжди.

РОЗДІЛ 2 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

2.1 Технології виготовлення та методи зміцнення штампу гарячого деформування

Робочі органи штампового інструменту працюють в умовах важкого навантаження, які характеризуються:

- 1) збільшуються прикладені навантаження, рівень яких наближається до межі плинності штампових сталей;
- 2) високі температури нагріву, близькі або в деяких випадках вище температури фазового перетворення твердотільних штампових сталей;
- 3) циклічна дія напружень від сил термічної деформації, що визначаються умовами нагрівання та охолодження форм, а також напружень, викликаних фазовими перетвореннями;
- 4) Хімічний ефект деформуючих матеріалів особливо проявляється при пресуванні та напіврідкому штампуванні.

Тому для армування використовується об'ємна термообробка. До перспективних методів термомеханічної обробки штампувального інструменту належать: термомеханічна (ТМТ), термоциклічна (ТСО) та термічна (ТО) обробка – в магнітному полі, ДАС за допомогою ультразвуку та ін.

Одним з ефективних видів термічної обробки, що комплексно покращує властивості сталей, є термоциклічна обробка (ТЦТ) – термічна обробка в умовах циклічного теплового впливу.[1] Завдання створення такої зміцнювальної технології термозмін, застосовної до інструментів, що працюють в різних умовах теплових і силових навантажень, надзвичайно складна і різноманітна. Його рішення дозволить істотно підвищити ресурс експлуатаційної стійкості за рахунок пошуку нових нестандартних

комбінацій циклічних схем обробки та параметрів ТС в межах режимів, які дозволять створювати керовані структурні стани в металі за рахунок дроблення зерна, створювати підвищену щільність дефектів і дифузні процеси. занадто прискорюють та інші фізичні впливи. Тому розробка нових режимів ТС для штампувального інструменту гарячого формування для ефективного контролю структури, поліпшення механічних і експлуатаційних властивостей, запобігання руйнуванню робочих поверхонь інструменту є актуальним завданням, що становить теоретичний і практичний інтерес.

Перевагою цього процесу є збільшення жорсткості та міцності в поєднанні з високою ударною в'язкістю, що означає, що експлуатаційну стабільність матриць можна підвищити. Ефективність такого впливу на матеріал визначається характером наступних основних змін його стану:

а) структурна структура - шляхом подрібнення зерен, зміни їх форми та орієнтації, забезпечення структурної однорідності, а також зміни концентрації дефектів у кристалічній структурі;

б) фазовий склад - збереження того чи іншого фазового стану сплаву або переважне розчинення або виділення в ньому надлишкових фаз;

в) напружений стан - утворення або розслаблення внутрішніх залишкових напружень;

г) хімічний склад - забезпечення хімічної однорідності сплаву.

Недоліками цього методу є те, що підвищення пластичності сталі не супроводжується необхідним високим рівнем її міцнісних властивостей, а також достатньою трудомісткістю і тривалістю процесу, оскільки для його реалізації необхідні нагрівання та охолодження до 10 разів, що неминуче. призводить до окислення поверхні продукту і утворення. Окалина в результаті проведення всього процесу термічної обробки на повітрі.

У роботі [2] запропоновано режим ТС для сталі X12MФ. У цій роботі показано, що збільшення кількості циклів призводить до збільшення концентрації карбідної фази в ферит-карбідній суміші і що після

загартування та високого відпуску карбіди грубішають і орієнтуються в бік первинних мартенситних голок. Випробування сталеві матриці X12МФ, підданої термічній циклічній обробці та експлуатованої в умовах гарячої обробки при температурі 500°C, показали збільшення довговічності деталей матриці в 2 рази порівняно з деталями після звичайної термічної обробки.

А автори роботи [3] запропонували спосіб, при якому зразки сталі X12М, X12Ф1 нагрівають до 960-1000 оС (вище АСІ близько 130-170 оС) зі швидкістю 6-35 град/с в розплаві хлоридної солі. Потім їх охолоджують до температури 680-750 °С (під АСІ) шляхом перенесення суміші соляних кислот в інший розплав, витримуючи їх при тій же температурі 680-750 °С протягом 3-9 хвилин. Потім їх повторно нагрівають до 960-1000°C шляхом перенесення в перший сольовий розплав, охолоджують до 680-750°C перенесенням у другий розплав, витримують при цій температурі тощо. Після третього нагрівання до 960-1000 °С зразки охолоджують в олії або селітрі (проводять загартування), а потім відпускають при 200-400 °С.

Технічний результат - скорочення тривалості термічного циклічного процесу і збільшення жорсткості при збереженні ударної в'язкості сталі, що дозволяє збільшити термін служби інструменту.

Реалізація запропонованого способу на таких режимах дозволяє зберегти ударостійкість при підвищенні жорсткості за рахунок повторення процесів взаємного розчинення між ферит-карбідною сумішшю та аустенітом, що сприяє отриманню сприятливої мікроструктури в кінцевій структурі сталі.

Перспективним способом зміцнення штампувального інструменту є термомеханічна обробка [4]. ТМТ – це низка процесів деформації, нагрівання та охолодження (у різній послідовності), в результаті яких за умов підвищеної щільності та оптимального розподілу структурних дефектів відбувається формування кінцевої структури металу, а отже, і його властивостей. виникла внаслідок пластичної деформації. Особливістю цього

способу зміни властивостей металевих сплавів є поєднання операцій металоформування.

У [5] розглянуто процес ТМТ, у якому відбувається запропонований процес, в якому після деформації відбувається охолодження до 650–750 °С. Це, у поєднанні зі звичайним НТ, дає змогу підвищити міцність та стабільність матриці.

Однак інший автор [6] запропонував метод ТМТ з магнітною обробкою, цей метод був досягнутий використанням магнітної обробки виробів у процесі термомагнітної обробки виробів із легованої сталі, включаючи термообробку та магнітну обробку в постійному магнітному полі, що переноситься. виводять перед термообробкою при температурі 20°С напругою не менше $16,9 \cdot 10^5$ А/м з кількістю циклів не менше трьох і навантаженням у кожному циклі 2 хв. Вироби вирівнюють поперек або вздовж магнітного поля.

Наближений напрям магнітного поля забезпечує збільшення зростання доменної структури, розміри якої визначаються наявністю та розподілом неоднорідностей у зразку: неметалевих включень, розмірів зерен, дислокаційних кластерів тощо.

Зростання домену зростає зі збільшенням часу намагнічування. Це зростання починається з доменів, векторні намагніченості яких найближчі до напрямку зовнішнього поля. Зразки виробів після термомагнітної обробки зберігають стабільність фізико-механічних властивостей, підвищуючи стійкість матеріалів до крихкості, втоми та динамічного руйнування, надаючи їм довготривалу стійкість до експлуатаційних ударів навіть у складних і важких умовах навантаження. Цей метод ТМТ значно зменшує необхідність використання великої кількості готових виробів, оскільки термін їх служби збільшується в 2-3 рази.

Тому способи зміцнення штампувального інструменту полягають у використанні ТСО і ТМТ, оскільки ці методи не вимагають нового

обладнання і, в свою чергу, здатні значною мірою поліпшити властивості деталі.

2.2 Способи підвищення працездатності штампу гарячого деформування

В даний час існують різні покриття і способи їх виготовлення. Багато публікацій пропонують різні схеми класифікації неорганічних покриттів за різними критеріями. Класифікувати покриття можна за такими основними принципами [7]:

- 1) за призначенням (антикорозійні або захисні, жароміцні, зносостійкі, антифрикційні, відбивні, декоративні тощо);
- 2) за фізичними або хімічними властивостями (металевий, неметалевий, вогнетривкий, хімічно стійкий, світловідбиваючий тощо);
- 3) за типом елементів (хром, хром-алюміній, хром-кремній та інші);
- 4) за природою фаз, що утворюються в поверхневому шарі (алюмінід, силіцид, борид, карбід та інші).

Тому існує багато класифікацій матеріалів покриттів за методами нанесення цих покриттів (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Класифікація покриттів за способом нанесення [2]

Види покриттів	Характеристика	Області застосування
1	2	3
Дифузійні	Покриття, одержувані в результаті дифузії в захищених металах атомів захищеної речовини в твердій, рідкій або газоподібній фазі при високій температурі	Для підвищення жаростійкості і твердості металів, а також корозійної стійкості та зносостійкості

Види покриттів	Характеристика	Області застосування
Термомеханічні	Покриття, що утворюються в результаті термомеханічної обробки захищеного металу шляхом прокатки або протягання при нагріві	Для нанесення заліза, міді, латуні, нержавіючої сталі, алюмінію, для покриття алюмінієвих сплавів чистим алюмінієм
Хімічні	Покриття, отримані методом відновлення іонів металів Використовують покриття з переходних та благородних металів, металевих сплавів і сплавів металів з вуглецем, фосфором, бором.	Застосовують в технології виготовлення друкованих плат, при металізації пластмас і неорганічних матеріалів (наприклад, кераміки), а також для нанесення функціональних покриттів на метали

В даний час існує багато різних покриттів і способів їх виготовлення. Багато публікацій пропонують різні схеми класифікації неорганічних покриттів за різними критеріями. Покриття можна класифікувати за такими основними принципами:

- 1) за призначенням (антикорозійні або захисні, жароміцні, зносостійкі, антифрикційні, відбивні, декоративні тощо);
- 2) за фізичними або хімічними властивостями (металевий, неметалевий, вогнетривкий, хімічно стійкий, світловідбиваючий тощо);
- 3) за типом елементів (хром, алюміній хрому, хромосиліцид та інші);
- 4) за природою фаз, що утворюються в поверхневому шарі (алюмінід, силіцид, борид, карбід та інші).

Всі описані способи нанесення покриттів спрямовані на підвищення продуктивності і параметрів інструментів і деталей машин. Кожен з цих методів є різним типом армування, що дозволяє варіювати властивості деталей та інструментів для різних умов роботи.

Однак використання цих технологій вимагає використання складного, часто унікального, дорогого та енергоємного обладнання, дорогих армуючих сплавів та висококваліфікованого персоналу.

Тому особливий інтерес представляє розробка нових високоефективних процесів зміцнення деталей машин і інструментів шляхом дифузного просочування поверхні металів і сплавів різними хімічними елементами — процес хіміко-термічної обробки (ХТ). У деяких випадках, коли зміцнювати не всю поверхню, а лише окремі часткові ділянки, метод зміцнення насиченими покриттями є практично єдино можливим. У той же час широке застосування традиційної хіміко-термічної обробки підвищує зносостійкість інструменту, але крім перерахованих вище переваг, вона потребує великої кількості електроенергії через тривалість високотемпературних дифузійних процесів. Все це призводить до збільшення витрат при загартуванні деталей машин і інструментів.

Дифузні покриття утворюються в результаті хіміко-термічної обробки металів і сплавів. Хімічна термічна обробка (ХТ) поєднує термічний і хімічний вплив на матеріал для зміни хімічного складу, структури та властивостей поверхневих шарів. У таблиці (табл. 1.2) наведена загальна класифікація різних видів хіміко-термічної обробки.

Таблиця 1.2

Класифікація операцій хіміко-термічної обробки [8]

Особливості середовища	Варіанти ХТО	
	Однокомпонентне Насичення	Багатокомпонентне насичення
Дифузійне насичення неметаллами	1. Цементация 2. Азотування 3. Борирование 4. Силіціювання	1. Углеродоазотування 2. Нітроцементация 3. Ціанування 4. Сульфоазотування 5. Сульфоціанування 6. Боросіліціювання 7. Карбоборування

Особливості середовища	Варіанти ХТО	
	Однокомпонентне насичення	Багатокомпонентне Насичення
Дифузійне насичення металами	<ol style="list-style-type: none"> 1. Алітування 2. Хромування 3. Оцинкування 4. Титанірованіє 5. Беріллзації 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Спільне насичення алюмінієм і іншими металами 2. Спільне насичення хромом та іншими металами
Дифузійне насичення металами та неметаллами		<ol style="list-style-type: none"> 1. Спільне насичення бором і перехідними металами (Cr, W, Ti) 2. Карбохромування 3. Спільне насичення кремнієм і перехідними металами (Cr, W, Mo, Ti)

Боронування є одним із найперспективніших процесів СТО, оскільки серед відомих дифузійних покриттів покриття на основі бору займає провідне місце з точки зору покращення таких параметрів, як зносостійкість, термостійкість та твердість поверхні. Проте боридні шари характеризуються підвищеною крихкістю. Тому автори [9–15] запропонували використовувати комплексні боридні покриття.

Дослідження впливу середовища просочення у вигляді покриттів на ЦТО показали, що використання сполук бору з хромом як добавки до карбїду бору значно збільшує термін служби інструменту [9]. Показано, що хромування бором і титанування бором є більш ефективними, ніж традиційне цементування, азотування тощо. Практично за всіма параметрами властивостей поверхневих шарів матеріалу.

Бородаті шари на сталях відрізняються високою зносостійкістю, хромування забезпечує термостійкість, а комбіновані покриття поєднують оригінальні однокомпонентні властивості. Ефективність борохромних покриттів майже вдвічі вища, ніж борових покриттів. Однак відомі способи отримання таких армуючих покриттів є недосконалими і досить трудомісткими.

Ці недоліки усуваються з процесу зміцнення поверхні, коли зміцнення поверхні та процес виготовлення об'єднуються в єдиний процес [10]. Таке поєднання можливе лише при виготовленні деталей машин та інструментів за допомогою процесу лиття. У цьому випадку утворення затверділого шару відбувається через взаємодію гарячого відлитого матеріалу з легуючим наплавом, нанесеним на поверхню форми.

Виготовлення інструментів і різні способи лиття призводять до зниження собівартості дорогої інструментальної сталі, зниження собівартості виготовлення інструменту і підвищення його стійкості. З використанням ливарних технологій стає можливим широкомасштабне застосування додаткового легування, мікролегування та модифікації сталі для підвищення продуктивності інструменту в залежності від конкретних умов експлуатації.

Великий практичний інтерес представляє одержання при лиття дифузійних шарів на основі боридів заліза, які відомі своєю високою жорсткістю та зносостійкістю [11]. Підвищення працездатності деталей машин і механізмів, інструментів і інженерних пристроїв, їх надійність і довговічність певною мірою забезпечується за рахунок оптимізації технології нанесення боровмісних покриттів, а також хімічного складу насичує суміші.

Деякі автори також пропонували боротися за допомогою карбідів бору. Винахід відноситься до хіміко-термічної обробки металів і сплавів, зокрема до дифузійної боротьби в твердому порошковому середовищі [12]. Відповідно до найважливіших відомих процесів бор перетворюється на порошок карбиду бору. Однак, оскільки забезпечується висока швидкість насичення, частинки порошку карбиду бору приварюються до поверхні

насичення, що вимагає подальшого процесу промивання борного продукту. Метою винаходу є виключення використання засобів для чищення після борування. Для цього в насичене середовище вводять порошок титану в кількості 2 - 5%. При виробництві бору титан регенерує борний ангідрид, що входить до складу інженерного карбїду, усуваючи причину прилипання карбїду бору до поверхні продукту. Введення порошку кремнію в кількості 0,5% у середовище насичення дає аналогічний результат. [13].

Бородаті шари на сталях відрізняються високою зносостійкістю, хромування забезпечує термостійкість, а комбіновані покриття поєднують оригінальні однокомпонентні властивості. Ефективність борохромних покриттів майже вдвічі вища, ніж борових покриттів. Однак відомі способи отримання таких армуючих покриттів є недосконалими і досить трудомісткими.

Ці недоліки усуваються з процесу зміцнення поверхні, коли зміцнення поверхні та процес виготовлення об'єднуються в єдиний процес [10]. Таке поєднання можливе лише при виготовленні деталей машин та інструментів за допомогою процесу лиття. У цьому випадку утворення затверділого шару відбувається через взаємодію гарячого відлитого матеріалу з легуючим наплавом, нанесеним на поверхню форми.

Виготовлення інструментів і різні способи лиття призводять до зниження собівартості дорогої інструментальної сталі, зниження собівартості виготовлення інструменту і підвищення його стійкості. З використанням ливарних технологій стає можливим широкомасштабне застосування додаткового легування, мікролегування та модифікації сталі для підвищення продуктивності інструменту в залежності від конкретних умов експлуатації.

Великий практичний інтерес представляє одержання при лиття дифузійних шарів на основі боридів заліза, які відомі своєю високою жорсткістю та зносостійкістю [11]. Підвищення працездатності деталей машин і механізмів, інструментів і інженерних пристроїв, їх надійність і

довговічність певною мірою забезпечується за рахунок оптимізації технології нанесення боровмісних покриттів, а також хімічного складу насичує суміші.

Деякі автори також пропонували боротися за допомогою карбідів бору. Винахід відноситься до хіміко-термічної обробки металів і сплавів, зокрема до дифузійної боротьби в твердому порошковому середовищі [12]. Відповідно до найважливіших відомих процесів бор перетворюється на порошок карбиду бору. Однак, оскільки забезпечується висока швидкість насичення, частинки порошку карбиду бору приварюються до поверхні насичення, що вимагає подальшого процесу промивання борного продукту. Метою винаходу є виключення використання засобів для чищення після борування. Для цього в насичене середовище вводять порошок титану в кількості 2 - 5%. При виробництві бору титан регенерує борний ангідрид, що входить до складу інженерного карбиду, усуваючи причину прилипання карбиду бору до поверхні продукту. Введення порошку кремнію в кількості 0,5% у середовище насичення дає аналогічний результат. [13].

Висновки

Усі дані, пов'язані з роботою інструменту для штампування, визначають його корисність як інструменту та актуальність для вдосконалення цього продукту. Оскільки галузі, що використовують цей інструмент у своїй діяльності, виробляють все більше готової продукції з матеріалів, які важче формуються, доцільно збільшити час роботи штампів гарячого формування. У процесі роботи цей інструмент піддається крихкому руйнуванню, розм'якшенню в процесі експлуатації та розвитку процесів термомеханічної втоми, які призводять до появи сітки «запалювальних тріщин», в яких маса і розміри поковки поступово перевищують допустимі межі. Саме це є неприпустимим і має бути усунено.

Саме ці проблеми поспішають до вдосконалення пробивного інструменту та збільшення робочого циклу агрегату.

На сьогодні реальними завданнями в інструментальному виробництві є значне підвищення технічного рівня та підвищення якості інструментального виробництва з метою більш повного задоволення потреб машинобудування та металообробки в ньому. Основним недоліком сталей, що використовуються для виготовлення робочих частин інструментів гарячого штампування, є їх низька жорсткість і низька зносостійкість. Складність оцінки стійкості високонавантажених елементів штамповки полягає в тому, що їх експлуатація майже завжди супроводжується спільним впливом двох руйнівних процесів - зносу і втоми, що призводить до появи тріщин, їх розвитку і катастрофічності руйнування на великій швидкості. Виходячи з цього, проблема вдосконалення та зміцнення штампів гарячого штампування буде актуальною завжди.

На даний момент існує багато способів посилення штампувального інструменту, а саме використання ТСО і ТМТ, оскільки ці процеси не

вимагають нового обладнання і, в свою чергу, здатні значною мірою поліпшити властивості деталі. .

Тому найперспективнішими методами підвищення жорсткості та зносостійкості деталей машин і інструментів є комплексні дифузійні боридні покриття (хромування бором, титанування бором) та азотування (іонне азотування, газове азотування). Ці методи є найбільш ефективними та менш енергоємними, ніж інші, що дає їм очевидні переваги у вдосконаленні та застосуванні.

РОЗДІЛ 3 ХАРАКТЕРИСТИКА МАТЕРІАЛІВ ДЕТАЛІ

3.1. Вибір матеріалу штампового інструменту

Штамповка сталі для гарячого штампування 5ХНМ, 5ХНВ, 5ХГНМ та інших за рахунок процесу роботи працюють під великими навантаженнями. Тому було б перспективним і корисним впливати на їх структурні властивості з метою підвищення продуктивності інструменту.

Легування є одним із найважливіших способів впливу на структуру та властивості інструментальних сталей та підвищення ефективності інструменту. Сталі штампів легують такими елементами, як хром, вольфрам, молібден, ванадій, кремній і кобальт. В останні роки з'явилися сталі з домішками титану, цирконію, ніобію та ін.

Розглянемо вплив основних легуючих елементів на властивості штампових сталей.

хромований перфоратор. Хром позитивно впливає на ряд властивостей штампових сталей (гартовість, схильність до дозатвердіння, жаростійкість та ін.). Зі збільшенням його концентрації в твердому розчині питомий опір аустеніту значно збільшується як в перлітній, так і в проміжних областях, а форма С-подібних кривих якісно змінюється.

Крім цементиту в хромистих сталях зустрічаються два спеціальних карбідів: шестикутний (тригональний) Me_7C_3 і кубічний $Me_{23}C_6$ (рис. 2.1). Хром підвищує стійкість цих карбідів до розчинення при нагріванні і сприятливо впливає на чутливість до перегріву сталей, що містять невелику кількість вольфраму і молібдену. У складних сплавах хром значно посилює ефект вторинного зміцнення за рахунок збільшення фазового зсуву під час зміцнення та безпосередньої участі в утворенні фази зміцнення [1, 21].

Хром сприяє збереженню високої стійкості до пластичної деформації при нагріванні до 400-500 °С. Гранична міцність і межа плинності становлять

80% їх значень при 20 °С. Крім того, хром підвищує стійкість до окислення при нагріванні до 600-650 °С і до корозійної дії ряду середовищ.

При зниженні вмісту хрому від 5 до 3 % змінюється склад карбідних фаз; 3% хромова сталь містить карбіди Me_3C разом з карбідами $Me_{23}C_6$ і Me_6C , що дещо знижує термостійкість і межу плинності при температурах вище 400-500°С.

Збільшення кількості хрому від 5 до 8% дещо підвищує термостійкість, але знижує термостійкість; Твердість не менше 45 HRC для сталі 4X8B2C зберігається при відпуску до 580 °С, а для сталі 4X5B2ФС (з такою ж кількістю вольфраму) до 600 °С. Крім того, через зростання карбідної неоднорідності, що неминуче зі збільшенням вмісту хрому, на великих перерізах зменшується в'язкість і пластичність матриць.

До обмежень використання хрому як легуючого елемента в першу чергу відноситься різке збільшення неоднорідності карбіду при його введенні в кількості, що перевищує 4-5%. Наявність шорстких ліній і залишків сітки первинних карбідів у сталях з вмістом хрому 6–12% разом із технологічними труднощами (зниження пластичності при підвищених температурах, підвищення ризику локального оплавлення при нагріванні злитків до деформації тощо) зменшує їх експлуатаційні властивості значно. Нерівномірний розподіл «внутрішніх» концентраторів напружень, який особливо збільшується при термічній обробці за рахунок утворення зон навколо карбідних скупчень, збагачених вуглецем і легуючими елементами, призводить до помітного зниження міцності, пластичності, стійкості до втоми та зносостійкості високоякісних матеріалів. хромові сталі.

Слід зазначити, що збільшення вмісту хрому понад 5% разом із збільшенням карбідної неоднорідності викликає підвищення чутливості до перегріву. Цей недолік властивий сталям, легованим 1-2% W (Mo) і 0,3-0,8% V.

Сталі для штампів гарячого формування вимагають суворого регулювання вмісту хрому, оскільки це прискорює їх знеструмлення,

починаючи з 2-3%, що пов'язано зі значним збільшенням швидкості коалесценції карбідів.

Крім того, навіть у відносно низьких концентраціях хром має помітну тенденцію до обробки дендритів, більше, ніж вольфрам, марганець і кремній. Це може призвести до несприятливих мікроструктурних змін – збільшення неоднорідності карбідної смуги, відхилень від рівноважного фазового складу тощо.

Враховуючи вищезазначені фактори, вміст хрому в штампових сталях для холодного формування зазвичай обмежується 3,5-4,5%; у штампових сталях для гарячого формування: 4–5% або 2–3% Cr для сталей з підвищеною (4X5MФC, 4X4BMФC) або високою гарячою міцністю (тип 4X2B5FM, 5X3B3MФC) і 1–2% Cr для сталей з помірною жаростійкістю і підвищеною [1, 21].

Розглянемо вплив вольфраму та молібдену на властивості штампової сталі. Збільшення вмісту вольфраму в складнолегованих штампових сталях для холодної обробки підвищує їх стійкість до перегріву і підвищує температуру початку інтенсивного росту зерна до 1070–1100 °C у сталях типу X4MФ вже при введенні 2-3 % Вт. Подібний ефект має місце при легуванні гарячого пластичного вольфраму, що містить менше 0,5–1%. У цій групі сталей при такій зміні хімічного складу спостерігається більш помітне зниження жорсткості після зміцнення, ніж при збільшенні вмісту молібдену. У сталях з високою термостійкістю

Збільшення концентрації вольфраму від 2 до 3% спричиняє значне збільшення твердості після затвердіння та розміру власне аустенітного зерна при нагріванні до 1150-1180 °C.

Молібден дещо підвищує стійкість до перегріву сталей типу 4X4B2M2ФC, але має протилежний вплив на характеристики нагрівання високовуглецевих сплавів (~1%, типу X4B2M2Ф1) [1, 21].

Вольфрам і молібден ефективно підвищують термостійкість. Найбільш виразно жаростійкість зростає при збільшенні частки вольфраму до 8% (рис. 2.3).

Вольфрам (і меншою мірою молібден) уповільнює коагуляцію карбідів, що випадають вздовж кордонів зерен і деяких кристалографічних площин, і покращує осадкове зміцнення під час відпуску, але в'язкість погіршується зі збільшенням вмісту. Цей негативний вплив вольфраму є більш значним, ніж його дію на подрібнення зерна. Вольфрам також збільшує неоднорідність карбиду, ще більше знижуючи механічні властивості у великих перерізах.

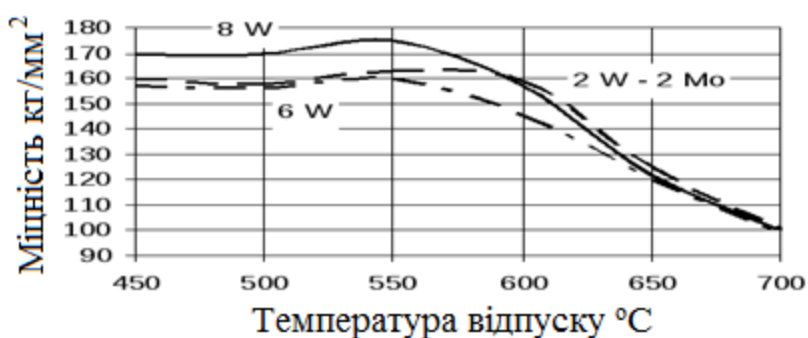


Рисунок.3.1 Вплив вольфраму на теплостійкість сталі з 0,35% C; 3% Cr; 0,5% V

У сталях з молібденом осадкове зміцнення відбувається при нижчих температурах відпуску і вторинна твердість незначно підвищується. Карбід, що виділяється, має більшу коагуляційну здатність, що надає молібденовій сталі кращу міцність, ніж вольфрамова сталь, але дещо нижчу термостійкість. Крім того, молібден пригнічує тенденцію до відпуску крихкості, позитивно впливаючи на властивості кордону зерен. Незважаючи на його ефективний вплив, вміст молібдену не встановлюється вище 2,5–2,8%, оскільки він сприяє знеуглецюванню [1].

У холоднооброблених штампових сталях більш підходяща структура і бажані механічні властивості досягаються при вмісті вольфраму приблизно 2-3%. Обов'язковою умовою підвищення експлуатаційних якостей таких сталей є легування молібденом, який при підвищенні концентрації до 2% сприяє дисперсійному зміцненню при відпуску і підвищує міцність затиску;

більше 2% Мо сприяє знеуглецю сталі, знижуючи міцність на вигин і в'язкість.

В інструментальних сталях гарячої обробки збільшення концентрації вольфраму підвищує термостійкість до певних меж. Ці межі становлять 1,0-2% W для сталей типу 4X4BMФC і ~3% для сталі типу 5X3B3Ф2МС. Вміст молібдену зазвичай становить 1,5–3 % [1, 21]. У цих сталях молібден замінює вольфрам у співвідношенні 1:2.

Сталі, в яких молібден заміщує більше 2–3% W, демонструють меншу однорідність карбиду. Молібден при заміні 3-4% W (і постійної кількості ванадію) майже не змінює жаростійкість, завдяки чому міцнісні властивості вольфрам-молібденових сталей при нагріванні такі ж, як і вольфрамових сталей [1]. Конкретний вибір співвідношення між вольфрамом і молібденом визначається умовами експлуатації інструменту і повинен бути обґрунтований з економічної точки зору.

ефект ванадію. Ефективно впливаючи на процеси перекристалізації врожаю, ванадій значно знижує чутливість штампових сталей до перегріву. У низьколегованих сталях (наприклад, 5ХНМ, 7ХГ2ВМ та ін.) його дія помітна вже при вмісті близько 0,10-0,30%. Для інших груп сталей, що містять карбиди типів М7С3, М6С, М23С6, потрібна більша кількість ванадію для значного зсуву температур початку інтенсивного росту зерен.

Ванадій впливає на механічні властивості неоднозначно. Зменшуючи сприйнятливості до перегріву, він може підвищити міцність і пластичність високо- та середньовуглецевої сталі (~0,4% С) на рівні до 1%.

Сприятливий вплив ванадію на стійкість до крихкого руйнування сплавів Х4В2МФ і 17Х6Ф4М після відпуску при 150–350 °С зберігається навіть при 2–4% V сплаву. Після обробки до первинної твердості (60–62 HRC) такі сталі мають міцність на вигин, а ударна в'язкість становить близько 300–350 і 5–8 кгс м/см² проти 230–270 і 2–4 кгс м/см² для подібних сплавів, але з 0,5–1% V. його підвищений вміст діє в протилежному напрямку, тобто знижує пластичність штампових сталей як при гарячій, так і

при холодній обробці. Крім збільшення ризику передчасного крихкого руйнування, зниження пластичності високованадієвих сталей після обробки на вторинну твердість також може призвести до зниження зносостійкості при динамічному навантаженні внаслідок відколювання та мікророзпушування.

Підвищення вмісту ванадію від 0,4 до 0,8 % покращує дисперсійне твердіння (рис. 2.4) і покращує термостійкість, але знижує в'язкість. Внаслідок інтенсивного розвитку осадкового твердіння, яке відбувається при збільшенні вмісту ванадію від 0,35 до 1 %, в'язкість збільшується з 2,3–2,5 до 1,6–1,8 кг м/см² при 20 °С і з 3 далі. 8-4,0 до 3-3,5 кг.м/см² при 650°С. Рекомендована сталь 0,5%V (4X5MC) для експлуатації використовується при нагріванні до 580-590°С і 1%V (4X5B2ФС і тип 4X5MФС) при нагріванні до 640-650°С [1].

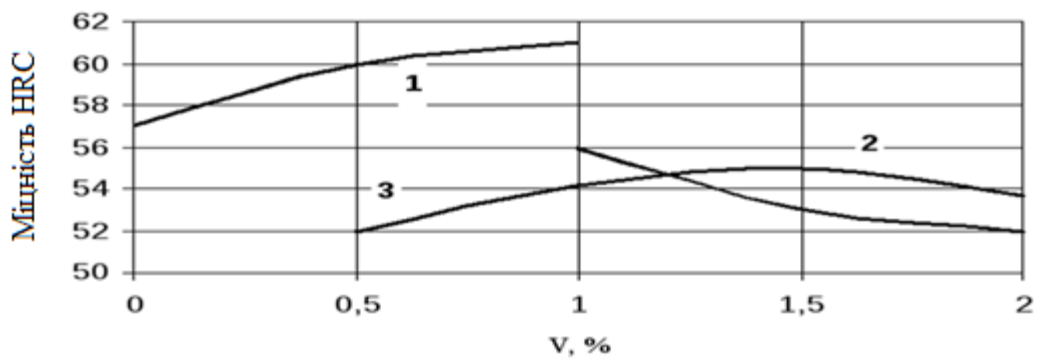


Рис. 2.4 - Вплив ванадію на максимальний рівень вторинної твердості, що досягається в сталях типу X4B2M1Ф (1), 4X4BMФС (2) і 5X3B3MФС (3) після відпуску при 500–550 °С (гартування на зерно № 10)

Як і хром, ванадій має виражену тенденцію до дендритної сегрегації, але, навпаки, ванадій сприятливо впливає на тонкість і розподіл первинних карбідів у високовуглецевих сталях.

Таблиця 2.1

Склад сталі для молотових штампів, % [2]

Сталь	C	Mn	Si	Cr	Ni	W	Mo	V
5XHM	0,5–0,6	0,5–0,8	≤ 0,35	0,5–0,8	1,4–1,8	–	0,15–0,3	–

5ХНВ	0,5–0,6	0,5–0,8	≤ 0,35	0,5–0,8	1,4–1,8	0,4–0,6	–	
3Х2В8Ф	0,30– 0,40	0,15– 0,40	0,15– 0,40	2,20– 2,70	–	7,50– 8,50	–	0,20– 0,50
4Х5В2ФС	0,35– 0,45	0,15– 0,40	0,80– 1,20	4,50– 5,50	–	1,60– 2,20	–	0,60– 0,90
4Х5МФ1С	0,37– 0,44	0,15– 0,40	0,80– 1,20	4,50– 5,50	–	–	1,20– 1,50	0,80– 1,10

При введенні 3-4% V до складу сталей спостерігається значне погіршення подрібнюваності (через наявність дуже твердого карбиду MeC), що обмежує їх широке застосування. Іншим недоліком є знижена стійкість до кальцифікації під час відпалу та гарячої пластичної деформації [1, 21].

Вплив кремнію і кобальту. Кремній є феритируючим елементом і вже «вклинює» діапазон існування γ -заліза в сплавах системи Fe-Si при вмісті близько 2%. Аналогічно це впливає на фазову діаграму вуглецевих сталей (0,5–1 % C), але в цьому випадку повне завершення $\alpha \rightarrow \gamma$ перетворення досягається при 3–5 % кремнію. У таблиці 2.1 наведено деякі молоткові сталі з прикладом вмісту легуючих елементів.

Не входячи в сполуки з вуглецем у сплавах на основі заліза, кремній практично не впливає на тип і склад карбідів у штампових сталях, але викликає їх укрупнення в відпаленому стані.

Кремній і кобальт інтенсифікують процеси карбідоутворення при відпуску і значно підвищують вторинну твердість. У разі складнолегованих штампових сталей введення цих елементів спричиняє підвищення міцності, при цьому істотного збіднення твердого розчину легуючими елементами не відбувається, що пов'язано головним чином із збільшенням тонкості карбідів, що виділяються при старіння. Проте кремній, який зміщує «пик» вторинної твердості (на рівнях $\geq 1,5\%$) на нижчі температури відпуску, і кобальт, який практично не змінює свого положення, збільшують швидкість відшарування при високих (620-650 °C) опалення. Вміст кремнію в

штамповій сталі для гарячого формування обмежується 0,5–0,8% [1, 21]. (ГОСТ 5950-73) [1].

Після аналізу хімічного складу забитих стяжок (Таблиця 2.1) та врахування умов, що накладаються на компонент, ми рекомендуємо проковтнути штамп гарячого формування зі сталі 5hnm. Механічні (табл. 2.2) властивості цієї сталі повністю відповідають вимогам кінцевого продукту.

Таблиця 2.2

Механічні властивості сталі 5ХНМ [2]

s_B	s_T	d_5	y	КСУ
МПа	МПа	%	%	кДж / м ²
1570	1420	9	35	340

3.3 Методи дослідження матеріалів

В роботі запропоновано провести комплексний аналіз.

3.3.1 Макроскопічний метод дослідження

Макроструктурний метод дослідження (макроаналіз) — це вивчення структури металів і сплавів неозброєним оком, а також за допомогою оптичних приладів (лупи, мікроскопа тощо), які дозволяють отримати збільшення до 30 разів [26].

Структура металів, що вивчається за допомогою макроаналізу, називається макроструктурою. Макроаналіз проводиться в один або два етапи.

Перший етап — це дослідження поверхні металу без його руйнування, а також дослідження зруйнованого місця деталі після її руйнування, що називається злом. На цьому етапі макроаналізу визначають наявність і

поширення тріщин, виливкових або зварних порожнин та інших дефектів металу.

Другий етап передбачає спеціальну підготовку поверхні металевого виробу шляхом шліфування обраної для огляду ділянки металу з подальшим травленням цієї ділянки спеціальними реагентами. Відшліфований і витравлений ділянку металевої поверхні називають макрорізом.

Макроаналіз часто використовується для вивчення властивостей таких металів.

Визначення хімічної неоднорідності сплаву. Наприклад, для забезпечення необхідної пружності деталей, що працюють у напружених умовах (валів, 8-осей, зубців шестерень тощо), ці деталі повинні мати м'який сердечник і тверду поверхню певної глибини. Для цього деталі піддають цементуванню, тобто насичення поверхневого шару вуглецем, а потім загартовують термічною обробкою. Для визначення глибини затверділого шару необхідно зробити макророзріз на ділянці поперечного перерізу деталі.

Під час травлення макророзрізу ділянки високовуглецевого металу стають чорними порівняно з серцевиною деталі.

3.3.2 Мікроскопічний метод дослідження

Метод дослідження мікроструктури (мікроаналіз) — це дослідження структури металів і сплавів за допомогою мікроскопа на спеціально підготовлених зразках [26].

Структура (структура) металів, що вивчається мікроаналізом, називається мікроструктурою. Мікроаналіз дозволяє вивчати структуру металів і сплавів після різних видів обробки (деформації, термічної обробки тощо), а також визначати форму, розміри та розташування різних елементів цієї структури, які називаються структурними компонентами (зернами, вкрапленнями різні види та інші).

Зразок металу, підготовлений для мікроаналізу, називається мікрорізом. Виготовлення мікрорізу складається з різання, шліфування та полірування зразка до тих пір, поки обрана для дослідження поверхня не стане сильно відполірованою.

Для визначення мікроструктури дзеркальну структуру зрізу розбивають спеціальними реагентами. Наприклад, більш часто використовуваним реагентом для сталі є 4% розчин азотної кислоти (HNO_3) у спирті або воді.

Для мікроаналізу використовуються металографічні мікроскопи ММУ-3, МІМ-6, МІМ-8. Ці мікроскопи працюють за принципом відбиття світла від поверхні мікрорізу, дозволяючи вивчати структуру лише непрозорих об'єктів (металів, пластмас, металокераміки тощо).

Якщо розріз має дзеркальну поверхню, все світло, що падає на поверхню зрізу, відбивається і досягає дослідника, який бачить лише плоску поверхню зразка, а металеву конструкцію на ній немає.

Щоб визначити структуру металу, поверхню дзеркала аналізують, як описано вище. Це змушує лінійку по-різному розв'язувати різні частини поверхні. Деякі області розсмоктуються інтенсивно, інші менш інтенсивно, а треті не розв'язуються зовсім. Це створює рельєф на поверхні зразка, що відповідає структурі металу.

Висновки

У цьому розділі для отримання штампа гарячого формування пропонується та рекомендована сталь марки 5ХНМ. Зазначена сталь має прийнятні властивості для виготовлення даного виробу. Це пояснюється властивостями сталі, обумовленими її хімічним складом, а саме тим, що ця сталь має високу в'язкість, що є однією з істотних і найважливіших властивостей штампувального інструменту. Також в цій сталі практично відсутня внутрішня крихкість при робочих температурах, що скорочує час штампування і викликає незручність при експлуатації даного виробу.

Крім того, сталь 5ХНМ має високу міцність при високих температурах. З урахуванням запропонованої сталі 5ХНМ є більш надійним і практичним у використанні, що дає можливість запропонувати найкращий і доступний аналог базової сталі.

РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА МАРШРУТНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

4.1 Отримання заготовки штампу гарячого деформування

Основними факторами, що визначають вибір оптимального технологічного процесу виробництва поковок для подальшої механічної обробки є: конфігурація та геометричні розміри деталі, співвідношення розмірів окремих її елементів, марка сталі, технічні вимоги до виробництва, масштаб і конкретні умови виробництва [24].

Технологічний процес повинен забезпечувати виготовлення поковок у суворій відповідності з кресленнями та технічними умовами на них. При розробці технологічного процесу необхідно вибрати з можливих варіантів найкращі, що відповідають проектним умовам виробництва. Основним критерієм вибору оптимального варіанту технологічного процесу є забезпечення мінімальної вартості тонни поковок необхідної якості. Вибір варіанту технологічного процесу виробництва поковок визначається також обсягом виробництва та особливими вимогами до продукції, що випускається.

До технологічних процесів належать такі основні операції: переробка вихідного матеріалу на заготовки вимірюваної довжини, нагрівання та термообробка, обробка тиском для отримання необхідної форми, операції механічної обробки, фінішні операції. Для розробки технологічних дій використовуються маршрутні листи. Маса поковки і виробнича програма визначають вибір обладнання. Для обрізки коника наведено технологію використання комбінованих обрізних пресів. Вони поєднують обрізку отворів, перфорацію та калібрування поверхні заготовки. Метою механічної обробки є забезпечення необхідної точності розмірів, форми та шорсткості

поверхні матриці з мінімальною вартістю при максимальній вартості інструменту.

Технологія фрезерування виготовлення штампа гарячого штампування із запропонованої сталі 5ХНМ наведена в таблиці 4.1..

Таблиця 4.1

Маршрутна технологія виготовлення штампу гарячого деформування зі сталі 5ХНМ.

№ операції	Найменування операції	№ переходу	Найменування переходів	Дільниця, основне обладнання	Допоміжне обладнання
Етап 1. Отримання зливку сталі 5ХНМ					
1	Отримання зливку	1	Безперервне розливання	Установка безперервного лиття	-
Етап 2. Отримання заготовки					
2.1	Отримання сортового прокату	1	Прокатування слябу	Прокатний стан	-
2.2	Отримання мірних заготовок	1	Розрізання	Прес-ножиці	-
2.3	Обробка тиском	1	Гаряче штампування	Кривошипний гарячештамповий прес	Штамп
2.4	Контроль	1	Контроль розмірів	Дільниця контролю	Штангенциркуль ШЦ-1-250-01-2
Етап 3. Попередня термічна обробка заготовки					
3.1	Відпал	1	Проведення відпалу	Термічна дільниця	Піч СДО-14.28.10/10
3.2	Контроль	1	Вимірювання твердості	Дільниця контролю	Твердомір ТШ-2
Етап 4. Чорнова механічна обробка					
4.1	Вхідний контроль якості	1	Ультразвукова дефектоскопія	Ультразвуковий дефектоскоп	-

Продовження таблиці 4.1

№ операції	Найменування операції	№ переходу	Найменування переходів	Дільниця, основне обладнання	Допоміжне обладнання
4.2	Механічна обробка	1	Фрезерна чорнова обробка	Координатно-фрезерний станок с ЧПУ	-
		2	координатна обробка	Координатно-фрезерний станок с ЧПУ	-
		3	Зачистка поверхонь	Роликова машина	-
Етап 5. Остаточна термічна обробка					
5.1	Термо-поліпшення	1	Гартування	Термічна дільниця	Піч СДО-14.28.10/10
		2	Високотемпературний відпуск	Термічна дільниця	Піч СШО-6.20/7
5.2	Контроль	1	Вимірювання твердості, аналіз мікроструктури після термічної обробки	Дільниця контролю	Твердомір ТК-2, індентор, мікроскоп
Етап 6. Чистова механічна обробка					
6.1	Механічна обробка	1	Плоске шліфування	Шліфувальний станок	Круг шліфувальний
		2	Координатне розточування форми штампа	Координатно-фрезерний станок с ЧПУ	-
		3	Розточування отворів штампа	Координатно-фрезерний станок с ЧПУ	-
		4	Фрезерування внутрішніх Поверхонь штампа (форми виливки)	Координатно-фрезерний станок с ЧПУ	-
		5	Виточування фасок По всім поверхням деталі	Координатно-фрезерний станок с ЧПУ	-
		6	Шліфування	Шліфувальний станок	Круг шліфувальний
6.2	Контроль	1	Контроль геометричних розмірів	Дільниця контролю	Штангенциркуль ШЦ-1-250-01-2 ГОСТ 166-89, фаскомір

Продовження таблиці 4.1

№ операції	Найменування операції	№ переходу	Найменування переходів	Дільниця, основне обладнання	Допоміжне обладнання
Етап 7. Остаточний контроль					
7.1	Контроль	1	Контроль геометричних розмірів	Дільниця контролю	Штангенциркуль ШЦ-1-250-01-2 ГОСТ 166-89, зразки шорсткості ГОСТ 9378-75, скоба, фаскомір
		2	Контроль механічних властивостей (твердість), ультразвукова дефектоскопія	Дільниця контролю	Твердомір, дефектоскоп

Висновки

Технологічний процес повинен забезпечувати виготовлення виробу строго за кресленнями і технічними умовами на нього. При розробці технологічного процесу необхідно вибрати найкращий з можливих варіантів, який буде відповідати проектним умовам виробництва. Оскільки штамп для гарячого штампування — це штамп, який виготовляє продукцію методом штампування, під час виробництва він повинен проходити найсуворіший контроль якості, а процес виготовлення продукту має бути одним перед точним і високоякісним виробництвом. Тому в запропонованому технологічному процесі виготовлення виробу процес був попередньо автоматизований з метою вилучення з процесу помилок ручного виготовлення.

Тому для обробки продукту було запропоновано використовувати пристрій числового керування. Це дозволить систематизувати і пришвидшити виробничий процес, а також контролювати точність виготовлення ще до виготовлення самого продукту. Такий процес знизить відсоток помилок у виробництві та покращить якість наступної продукції.

РОЗДІЛ 5

ВИБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ОПЕРАЦІЙ ТЕРМІЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ

5.1 Призначення режиму термічної обробки штампу гарячого деформування

Термічна обробка штампу гарячого деформування матиме таку послідовність операцій:

- 1) попередня термічна обробка (відпал);
- 2) зміцнююча термічна обробка (гартування, відпуск).

Попередня термообробка

Метою попередньої термічної обробки є: поліпшити оброблюваність металу для виготовлення виробів; Підготовка металевої конструкції до остаточної термічної обробки, д. Х. отримання однорідної дрібнозернистої структури; зняти наклеп, зняти внутрішнє напруження; Поліпшення комплексу механічних властивостей.

Відпал — це процес термічної обробки, який полягає в нагріванні сталі, підтримці її при певній температурі і подальшому повільному охолодженні разом з піччю або в піску зі швидкістю 2-3°C за хвилину. Загартування створює стійку структуру без напруги. Відпал є однією з найважливіших об'ємних термічних обробок сталі.

Мета відпалу [4]:

1. Зниження твердості і підвищення пластичності для полегшення обробки металів різанням;
2. Зменшення внутрішнього напруження, яке виникає після обробки тиском (кування, штампування), механічної обробки і т. д. ;
3. Зняття крихкості і підвищення опору ударній в'язкості;
4. Усунення структурної неоднорідності складу матеріалу, що виникає при затвердінні вилівка в результаті ліквідації;
5. Зміна властивостей наклепаного металу.

Для матричної матриці зі сталі 5ХНМ в якості попереднього ТО вибираємо повний відпал (рис. 5.1), який полягає в нагріванні сталі до температур 830-850 °С, витримці 2-3 години і разом з повільним охолодженням в піч . Після такої термічної обробки сталь має структуру П+Ф+К (рис. 5.2) і твердість НВ 207-270.

Зміцнююча термічна обробка

Термічне поліпшення - вид термічної обробки, що включає зміцнення і високий відпуск, дозволяє підвищити міцність конструкції сталі і стійкість до утворення і розвитку тріщин.

Загартування - це вид термічної обробки матеріалів (металів, сплавів металів, скла), що полягає в їх відпуску вище критичної точки (температури зміни типу кристалічної решітки, тобто поліморфного перетворення, або температури, при якій фази, що існують при низька температура, розчинення в матриці) з наступним швидким охолодженням. Метою зміцнення є досягнення високої жорсткості, зносостійкості, фізико-механічних властивостей. Загартування надає сталі мартенситну структуру, що робить сталь жорсткою.

Середовуглецеві хромонікелеві сталі 5ХНМ, 5ХНВ, 5ХГМ застосовують для виготовлення молоткового інструменту, що працює з малим часом контакту з гарячим металом. Ці сталі мають високу прокалюваність, міцність і ударну в'язкість після загартування від температури 840...860°С і відпуску при 460...540°С. Твердість після відпуску становить 40...45 HRC, а структура – загартований сорбіт або троостосорбіт.

загартування. Штампова сталь гартується наступним чином: спочатку повільно до температури 650-700°С і кінцевої температури зміцнення 830-860°С. Поступове нагрівання дозволяє уникнути теплового стресу за рахунок зменшення різниці температур між поверхнею та серцевиною виробу.

Відпуск — це технологічний процес, що полягає в термічній обробці мартенситного загартованого сплаву або металу, в якому основними процесами є розкладання, полігонізація і перекристалізація мартенситу. Метою відпуску є підвищення міцності та пластичності, зменшення жорсткості та зменшення внутрішніх напружень загартованих сталей.

Високотемпературний (високий) відпуск проводиться в діапазоні температур 500...650 °С для майже повного усунення внутрішніх напружень, що зміцнюються, і формування структури твердіння сорбіту, що пропонує найкраще поєднання високої ударостійкості та втомної міцності із задовільною міцністю та твердістю. (близько 25 ч. Висока загартування називається поліпшенням (покращенням)). Удосконалення використовуються для конструкційних сталей, з яких виготовляють деталі, що працюють в умовах значних динамічних і змінних навантажень.

Час витримки під час відпуску залежить насамперед від температури відпуску та розмірів виробів. Він збільшується зі збільшенням розміру продукту та зниженням температури відпуску і коливається переважно в діапазоні від 1 до 5 годин.

Схема кінцевого ВТ для матриці зі сталі 5ХНМ наведена на рис.2. 5.1, Мікроструктури після загартування та відпуску – на рис. 5.2.

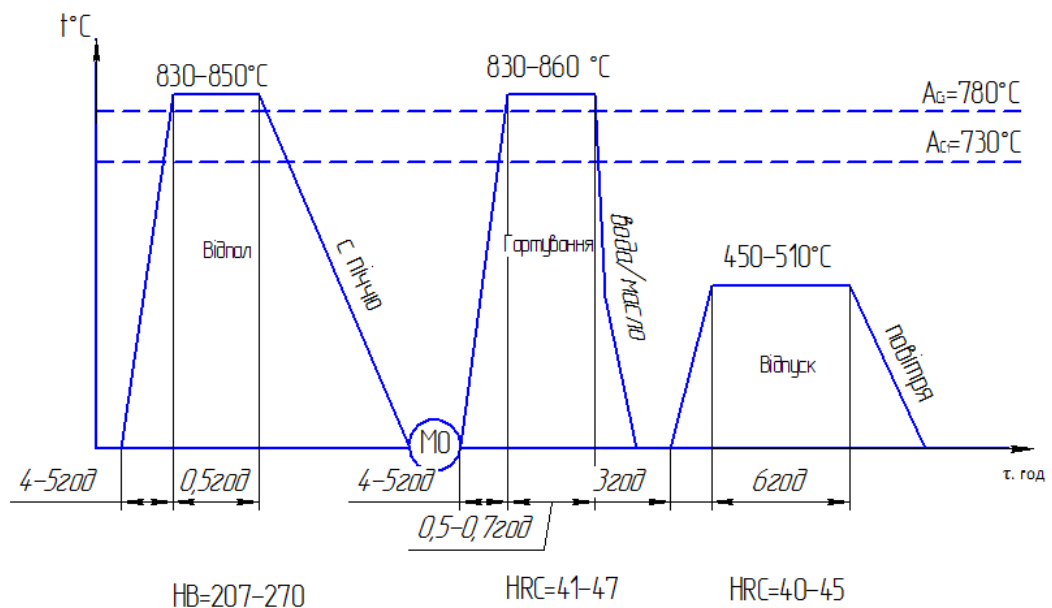
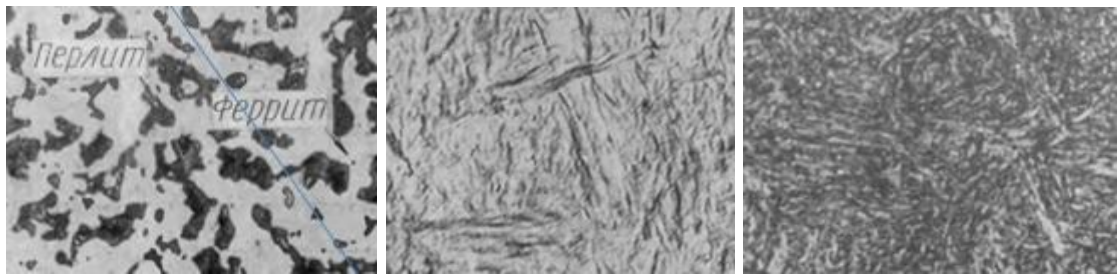


Рис 5.1 - Графік термічної обробки сталі 5ХНМ.



а.Ферит+Перліт *200 б.Мартенсит *1000 в.Тростит *15000

Рис. 5.2 - Мікроструктури сталі 5ХНМ після операцій термічної обробки: а – нормалізації(ферит+перліт); б – гартування(мартенсит); в – відпуск(

5.2 Вибір обладнання для проведення операцій термічної обробки

Оскільки термічна обробка є невід'ємною частиною виготовлення кожного інструменту та деталі машини, вона потребує спеціального обладнання. Ці пристрої є металургійними печами. Сучасні печі – це складні теплові агрегати різної конструкції. Вони складаються з самої печі і додаткового обладнання. Саме до печі входить виробниче обладнання та відповідні пристрої для виробництва тепла: пальники, форсунки, фурми в паливних печах і електроди, опори в електропечах. До допоміжних пристроїв належать пристрої для рекуперації тепла та очищення диму, що виходить з топки, вентилятори, димовідвідні труби, трубопроводи з вентилями та заслінками, димоходи, пристрої керування топкою.

Для проведення нормалізації штампу обираємо піч з видвижним подом марки СДО-14.28.10/10.

Технічні характеристики печі СДО-14.28.10/10:

Напруга живильної мережі, В - 380

Частота струму, Гц - 50

Встановлена потужність, кВт - 258

Номинальна температура в робочому просторі, °С 100

Напруга на нагрівачах по зонам, кВт:

I - 170,2

II, III - 197,7

число фаз - 3

Число теплових зон - 3

Потужність по зонам, кВт:

I - 59,7

II - 130,2

III - 67,9

Маса садки, т - 10

Середовище в робочому просторі окислювальне

Питома витрата електроенергії, Вт · год / кг - 0,41

Розміри робочого простору, мм - 1400*2800*1000

Маса електропечі, т - 28,0

Обладнання для проведення зміцнювальної термічної обробки

Для проведення гартування штампу обираємо піч з видвижним подом марки СДО-14.28.10/10:

Технічні характеристики печі СДО-14.28.10/10.

Напруга живильної мережі, В - 380

Частота струму, Гц - 50

Встановлена потужність, кВт - 258

Номинальна температура в робочому просторі, °С 100

Напруга на нагрівачах по зонам, кВт:

I - 170,2

II, III - 197,7

число фаз - 3

Число теплових зон - 3

Потужність по зонам, кВт:

I - 59,7

II - 130,2

III - 67,9

Маса садки, т - 10

Середовище в робочому просторі окислювальне
Питома витрата електроенергії, Вт • год / кг - 0,41
Розміри робочого простору, мм - 1400*2800*1000
Маса електропечі, т - 28,0

Для проведення низькотемпературного відпуску обираємо шахтну муфельну піч марки СШО-6.20/7.

Технічні характеристики печі СШО-6.20/7:

Потужність - 100 кВт.

Номинальна температура -700 °С.

Маса, садки -1290 кг.

Робочий простір - 600х2000 мм.

Маса ,кг – 3250.

Обладнання для охолодження та очистки деталей

Для охолодження штампів обираємо бак марки БЗМ-8.10.15.

Технічні характеристики баку БЗМ-8.10.15.

Камера (ширина×глибина×висота), мм 800×1000×1500.

Матеріал, з якого виготовлено бак Сталь 12Х17.

Товщина стінки, мм4-5.

Перемішування охолоджуваної рідини - циркуляційним насосом.

Нагрів ТЕНами, кВт – 50.

Охолодження - проточною водою по змійовику.

Для очищення штампів після операцій охолодження обираємо мийну машину марки ММК 7.13.5/1.

Технічні характеристики мийної машини марки ММК 7.13.5/1

Розміри піддону (довжина×ширина×висота завантаження над піддоном), мм 1300×700×500.

Температура в мийному резервуарі, °С - 0...90.

Потужність насосу, кВт - 2,2.

Максимальна маса піддону з садкою, кг – 800.

Число фаз – 3.

Габаритні розміри (ширина*довжина*висота), мм 3000*2500*2000.

прилади для обробки та контролю

Як підйомно-транспортний засіб на будівельних майданчиках встановлюють електроталь (електроталь), яка висить на монорейці і переміщується вручну або електродвигуном.

Для контролю твердості після затвердіння використовується твердомірний прилад Rockwell ТК-2 (шкала HRC). Тест на жорсткість - 5% частин на партію.

5.3 Розрахунок обладнання

Для виробництва певної кількості кінцевого продукту необхідна певна кількість обладнання. Для проведення термічної обробки певної кількості виробів на рік необхідно розрахувати обсяги необхідного обладнання. Це обладнання включає головну металургійну піч, до допоміжних приміщень якої входять: контрольні зони, входи, приміщення для підготовки газифікаторів, майстерні слюсарів та енергетиків з ремонту обладнання, експрес-лабораторії аналізу матеріалів.

Розрахунок основного обладнання

Ми створюємо річну програму виробництва марки на 100 000 штук.

Ми детально розраховуємо обладнання на основі інформації про річну програму та дати початку:

- діаметр деталі $d = 0,18$ м;
- довжина поверхні деталі $l = 0,05$ м;
- маса деталі $m = 2,8$ кг = 3 кг.

Так як ми знаємо кількість всіх деталей виготовлених за рік – це 100000 штук, ми можемо розрахувати масу всіх деталей виготовлених за рік.

$$100000 * 3 = 300000 \text{ кг або } 300 \text{ т.}$$

Для процесу термічної обробки матриці штампа будуть застосовані такі печі:

- СДО – 14.28.10/10 – нормалізація;
- СДО – 14.28.10/10 – гартування;
- СШО 6.20/7 – високотемпературний відпуск;

Розрахуємо кількість та КПД печей:

- СДО – 14.28.10/10, продуктивність печі = 100 кг/год.

$$300000 / 100 = 3000$$

$$3000 / 3900 = 0,77 - 1 \text{ піч}$$

$$\text{КПД} = 0,77 * 100 / 1 = 77\%$$

- СДО – 14.28.10/10, продуктивність = 200 кг/год.

$$300000 / 200 = 1500$$

$$1500 / 3900 = 1,25 - 2 \text{ печі}$$

$$\text{КПД} = 1,25 * 100 / 2 = 62,5\%$$

- СШО 6.20/7, продуктивність = 60 кг/год.

$$300000 / 60 = 5000$$

$$5000 / 3900 = 1,28 - 2 \text{ печі}$$

$$\text{КПД} = 1,28 * 100 / 2 = 64\%$$

Розраховуємо час нагріву і витримки усього процесу виготовлення деталі:

$$\tau = \tau_n + \tau_v,$$

де τ_n – час нагріву;

τ_v – час витримки.

$$\tau_n = 0,1 D_1 * k_1 * k_2 * k_3,$$

де D_1 – розмірна характеристика виробу, τ_{\min} і τ_{\max} розмір перетину деталі;

k_1 - коефіцієнт нагріву середовища: газове середовище – 2, розплав солей – 1, нагрів розплаву металу – 0,5;

k_2 - коефіцієнт форми для кулі = 1; циліндр = 2; паралелепіпед = 2,5; пластина = 4;

k_3 - коефіцієнт рівномірності розміра, якщо нагрів буде з 1 сторони = 4; з 3 сторін = 1,5; і 4 сторін = 1.

t_n нормалізації = 30 хвилин; t_v відпалу = 5 годин.

t_n гартування = 4 години; t_v гартування = 30-40 хвилин.

t_n відпуску = 3 години; t_v відпуску = 6 годин.

Тепер знаходимо загальний час, кожної термічної обробки за формулою:

$$\tau = t_n + t_v,$$

t_n нормалізації = 6 годин;

τ гартування = 5 годин;

τ відпуску = 9 годин;

Загальний час виготовлення деталі:

$$\tau = \tau_{\text{нормалізації}} + \tau_{\text{гартування}} + \tau_{\text{відпуску}} = 20 \text{ годин.}$$

Піч для проведення відпалу подана у ДОДАТКУ Д.

5.4 Розрахунок площі та особливості приміщення, що проектується

Основними елементами виробничої структури підприємства є робочі місця, майданчики та майстерні.

Дільниця являє собою виробничу одиницю, яка об'єднує ряд робочих місць, згрупованих за конкретними ознаками, і здійснює частину всього виробничого процесу з виготовлення продукції або обслуговування виробничого персоналу.

Як правило, для розміщення запланованої частини цеху з викидами шкідливих газів і значним надлишком тепла (більше 20 ккал/м³ на годину)

слід використовувати одноповерхову прямокутну будівлю, що забезпечить найбільш ефективне видалення шкідливих речовин. речовин звичайним способом.

При облаштуванні теплового цеху в спільній будівлі з іншими виробничими приміщеннями (кувальна, механіка) цех слід розташовувати з найдовшої сторони вздовж зовнішньої стіни будівлі для зменшення експлуатації.

Усі елементи будівлі теплового цеху за пожежною безпекою належать до категорії Т і повинні бути виготовлені з негорючих матеріалів І та ІІ ступенів пожежної безпеки.

Ширина прольотів 12, 18, 21, 30 і 36 м, визначається залежно від компонування обладнання та необхідної ширини проходів.

У проектуваному цеху приймаються опорні сітки: 12x18, 12x24, для кранових будівель 12x24, 12x30 для будинків, обладнаних кранами. Прольоти 6, 9 і 12 метрів. Висоту прольоту приймають залежно від умов роботи. Для теплового перетину, який характеризується значним теплом і не потребує теплоізоляції покриття, ми конструємо його з азбестоцементних панелей. На будівництві використовуємо легкі аерозольні лампи з «П»-подібним профілем. На будівництві використовуємо протиковзкі підлоги, які легко очищаються від бруду. Для монтажу та ремонту обладнання використовується підвісне обладнання (кран) та транспортне обладнання (автомобілі, навантажувачі).

Теплоставні відрізняються великою кількістю технічних комунікацій, монтаж і монтаж яких ускладнює звичайне виконання технологічного процесу і не відповідає вимогам промислової естетики. Проблему раціонального розміщення комунікацій, допоміжних і складських приміщень можна вирішити шляхом будівництва підвальних тунелів або технологічного поверху.

Для визначення геометричних параметрів ділянки необхідно розрахувати її площу.

Загальна площа ділянки за призначенням ділиться на:

- виробничу;
- допоміжну;
- контрольно-побутову.

До виробничо-житлової зони належать виробничі зони, де обробляється продукція, та приміщення для зберігання продукції до та після термічної обробки.

До допоміжних зон належать:

- контрольні зони для термічної обробки;
- проходи для внутрішнього вантажного транспорту;
- Зони з установками для підготовки газифікатора;
- Механіко-енергетична майстерня з ремонту обладнання;
- Експрес - лабораторії для аналізу матеріалів і технологічних параметрів карбюраторів.

Офісні приміщення включають офіси сайту. Розраховуємо необхідні площі проектованої площі за зведеними показниками за довідковими даними. Розрахунок площі цеху:

$$S_{\text{ЗАГ}} = S_{\text{ПОЛ}} + S_{\text{ПРОХ}} + S_{\text{ВСП}}$$

де $S_{\text{ПОЛ}}$ - корисна виробнича площа необхідна для розташування обладнання;

$S_{\text{ПРОХ}}$ - площі проходів і проїздів;

$S_{\text{ВСП}}$ - допоміжна площа.

$$S_{\text{ПОЛ}} = \sum S_i,$$

S_i - площа для даного обладнання.

$$S_{\text{ПОЛ}} = 405 \text{ м}^2$$

Допоміжна площа і площа проходів та проїздів встановлюється в розмірі 25-35% від виробничої площі

$$S_{\text{ВСП}} = 25 \dots 35\% * S_{\text{ПОЛ}} = 30\% * 238 = 142 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{ПРОХ}} = 25 \dots 35\% * S_{\text{ПОЛ}} = 30\% * 238 = 142 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{ЗАГ}} = 405 + 142 + 142 = 689 \text{ м}^2$$

Отриману $S_{ЗАГ}$ розбивають на сітку колон.

Таким чином, ми отримуємо термічний ділянку розмірами: $42 \times 18 = 756 \text{ (м}^2\text{)}$.

Термічні цехи в своєму складі мають:

- виробничі ділянки;
- допоміжні окремі (склади);
- склади готової продукції, допоміжних матеріалів, пристосовування;
- трансформаторні підстанції;
- службові і побутові приміщення.

Склад ділянок змінюється в залежності від розмірів і структури цеху, типу технологічних процесів та інших характеристик.

В основу розстановки обладнання за планом і розділами майстерні повинні ґрунтуватися:

1) Окреслено компоновку технологічного потоку вантажу, яка не допускає перекриття шляхів руху продуктів, що переробляються. Винятком можуть бути тільки цехи одиничного і дрібносерійного виробництва, при цьому весь потік вантажів повинен йти в одному напрямку.

2) Можливість обслуговування та ремонту обладнання.

3) Організація міжфірмових перевезень продуктів переробки.

При монтажі компоновки пристрою необхідно враховувати, що топки повинні розташовуватися вздовж зовнішніх стін.

Місця з токсичним, шумним обладнанням слід розміщувати в окремих приміщеннях, окремо від котельні.

Проїзди та проїзди бажано розташовувати по периметру з обов'язковим розташуванням воріт і дверей біля зовнішніх стін.

План термічної ділянки наведено у ДОДАТОКУ Б.

Висновки

У цьому розділі запропоновано тип термічної обробки деталі «гаряче штампування» зі сталі 5ХНМ. Показано, що попередня термічна обробка полягає в нормалізації, фінішному зміцненні та високотемпературному відпуску. Запропонована технологія термообробки надає сталі більшої міцності при робочих температурах, що є більш важливим; В'язкість матеріалу виробу зберігається, але внутрішня осипання при робочих температурах, що зберігається навіть після термічної обробки в сталі 5ХНМ, цій сталі не властива.

Вибрані шахтні та камерні печі з електронагрівачами з окислювальною атмосферою.

ВИСНОВКИ

В даній роботі було розглянуто штамповий інструмент, а саме штамп гарячого деформування. Показано, що штамповий інструмент для гарячого деформування в процесі роботи перебувають в складних і жорстких умовах навантаження, таких як збільшені діючі напруження, високі температури нагріву, циклічний вплив напружень від знакозмінних зусиль та інше.

1. Всі наведені данні про роботу штампового інструменту обумовлюють його корисність як інструменту та актуальність поліпшення даного виробу. Штамп процесі піддається крихкому руйнуванню, зминанню в процесі роботи, розвитку процесів термомеханічної втоми, що призводять до утворення сітки тріщин "розпалу" при якому маса і розміри поковки поступово виходять за допустимі межі. А саме це є недопустимо та повинно бути усунене.

Саме ці проблеми спрямовують в напрямку поліпшення штампового інструменту та збільшення робочого циклу одиниці виробу.

На сьогоднішній день актуальними завданнями в інструментальному виробництві є значне підвищення технічного рівня і поліпшення якості виготовлення інструменту, забезпечення більш повного задоволення потреб в ньому машинобудування, металообробки.

2. На даний момент є безліч способів зміцнення штампового інструменту, а саме застосування ТЦО і ТМО, оскільки ці методи не потребують нового обладнання, а в свою чергу в змозі поліпшити характеристики деталі в значному обсязі їх характеристик.

Таким чином, найперспективнішими способами підвищення твердості та зносостійкості деталей машин та інструменту є дифузійні комплексні боридні покриття (борохромовання, боротитанування) та азотування (іонне азотування, газове азотування). Ці методи є найбільш ефективними та менш

енерго затратними в порівнянні з іншими, що дає їм очевидні переваги, що до покращення та що до застосування.

3. В розділі запропоновано та рекомендовано для отримання штампу гарячого деформування сталь марки 5ХНМ. Зазначена сталь має прийнятні характеристики для виготовлення даного виробу. Це обумовлено властивостями сталі, що передбачено її хімічним складом, а саме дана сталь має високу в'язкість, що є однією з обов'язкових та найважливіших властивостей штампового інструменту.

Крім того сталь 5ХНМ має високу міцність при високих температурах. Беручи це до уваги пропонована сталь 5ХНМ є більш надійною, практичною в застосуванні, що дає можливість запропонувати кращий та економічно доцільніший аналог базової сталі.

4. Для обробки виробу було запропоновано використовувати апарат с числовим програмним управлінням. Це надасть змогу систематизувати та прискорити процес виробництва, а також контролювати точність виготовлення ще до виготовлення самого виробу. Такий процес надасть змогу зменшити відсоток браку на виробництві та покращити якість наступних виробів.

5. В даному розділі був запропонований режим термічної обробки деталі «Штамп гарячого деформування» зі сталі 5ХНМ. Показано, що попередньою термічною обробкою є нормалізація, остаточною – гартування та високотемпературний відпуск. Пропонована технологія термічної обробки надає сталі більшу міцність при робочих температурах, що є більш важливо; зберігається в'язкість матеріалу виробу, та не притаманне даній сталі внутрішнє крихчення при робочих температурах, що зберігалось в сталі 5ХНМ навіть після термічної обробки.

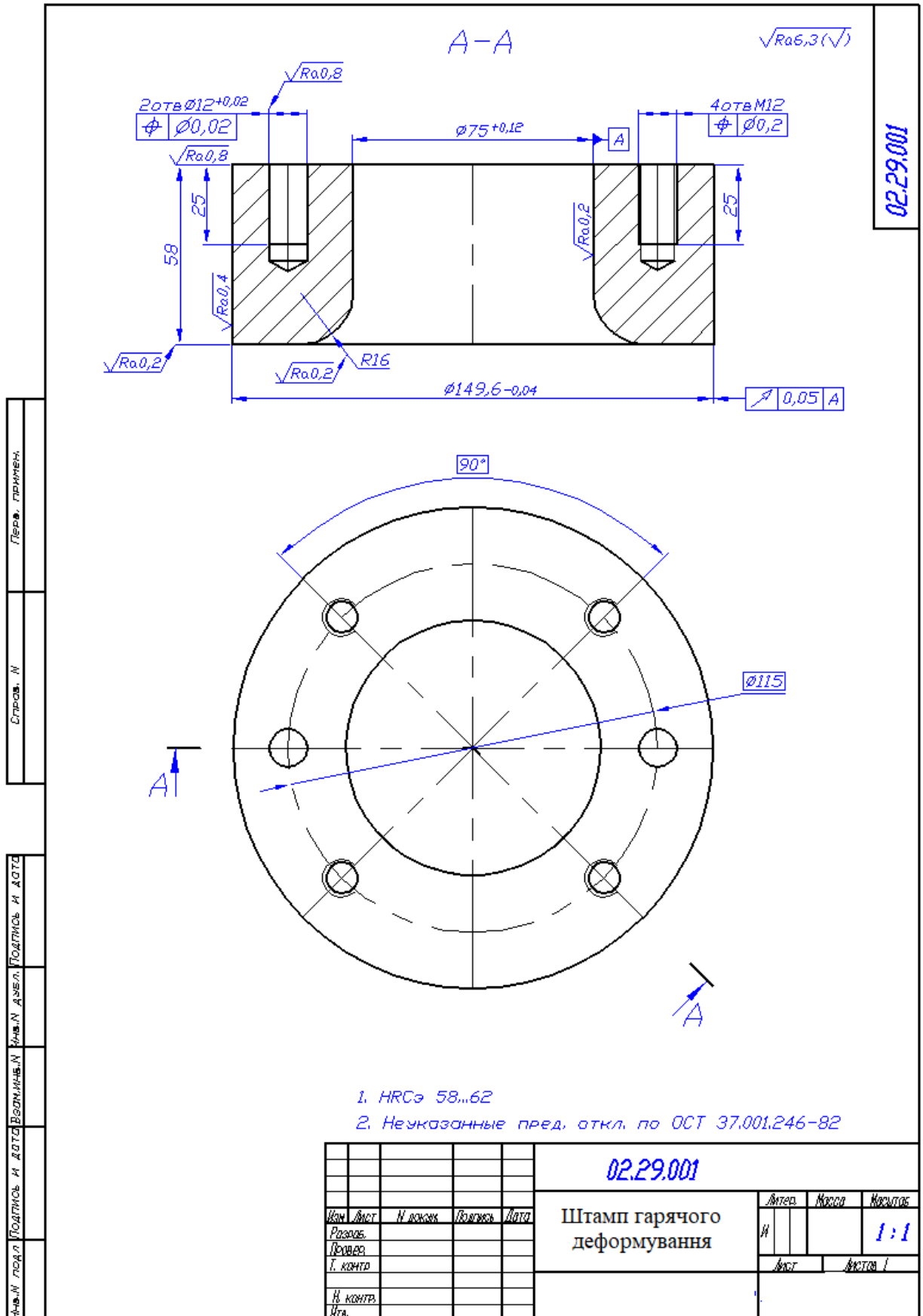
Було обрані печі шахтного та камерного типу з електричними нагрівачами з окислюючою атмосферою.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Иващенко В. Ю. Анализ причин разрушения гравюры и повышение стойкости штампового инструмента из стали 5ХНМ с помощью ТЦО. В. Ю. Иващенко. Захист металургійних машин від поломок. 2006. Вип. №9. С. 46-49.
2. Зотов С. В. Термоциклическая обработка штампов для работы в условиях горячедеформирования из стали Х12МФД М. Мордасов1, 2 Кафедра «Материалы и технология», ФГБОУ ВО «ТГТУ» (1);ООО «Инженерный центр «Диагност-Т», (2) г. Тамбов, Россия;
3. Гурьев А.М. Способ термоциклической обработки инструментальной стали.- Околович Г.А.Чепрасов Д.П.Земляков С.А.
4. Бернштейн М.Л., Термомеханическая обработка металлов и сплавов. т.1., 1968 г.
5. Довнар С.А. ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ АН БЕЛОРУССКОЙ ССР ДОВНАР СТАНИСЛАВ АЛЬБЕРТОВИЧ 23.11.1973
6. Таскин В.Ю. Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Сибирский федеральный университет" (RU) А.А. Ковалёва В. Ю. Таскин.
7. Кравцова Е.Д.. Технология нанесения и свойства покрытий. Э.М. Никифорова Красноярск 2008 г.
8. Гурьев, М.А. Повышение износостойкости деталей машин и инструмента поверхностным легированием при производстве литых изделий //город Барнаул 2010 г.
9. Защитные покрытия : учеб. Пособие. М. Л. Лобанов, Н. И. Кардолина, Н. Г. Россина, А. С. Юровских. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 200 с.
10. Деркач Ю. Д., В. Д. Деркач, Г. В. Пономарева, Л. А. Сосновский, А. П. Эпик, Ордена Трудового Красного Знамени институт проблем материаловедени Украинской ССР
11. Александров В.А. Способ циклического газового азотирования штампов из сталей для горячего деформирования. Л.Г Петрова .С.И. Барабанов. Патентообладатель(и): Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ)" публикация патента:10.06.2014

12. Бледнова Ж.М. Комплексная технология упрочнения пробивных штампов. М.И.Чаевский А.Н.Шаур. Кузнечно-штамповое производство. - 1993. - N 1. - С. 17-19
13. Фесенко А.Г. – Д.: РВВ ДНУ, 2015. 104 с....
14. Кагляк О.Д.Спосіб формоутворення чашкоподібних та тарілчастих об'єктів з листового матеріалу.Головко Л.Ф., Коваленко В.С., Гончарук О.О. Патент на корисну модель № 36994 10.11.2008.. ...
15. Віктор В.Р. Совершенствование лазерного упрочнения штампов для нужд полиграфических производств
16. Хайруллин Р.А., дослідження структури і ВЛАСТИВОСТІ НАПЛАВЛЕНОГО штампов гарячого деформування з метою підвищення стійкості о.н., Мартем'янова, М.Р. Раджабов [И др.] Наукове товариство студентів ХХІ століття. ТЕХНІЧНІ НАУКИ: зб. ст. по мат. ХХVII Міжнар. студ. наук.-практ. конф. № 12 (26). URL: [http://sibac.info/archive/technic/12\(26\).pdf](http://sibac.info/archive/technic/12(26).pdf) (дата звернення: 27.04.2018)
17. Соколов Г.Н. Новые термостойкие композиционные материалы для наплавки на прессовой инструмент Вопросы материаловедения. — 2004. — № 4. — С. 51—59
18. Тылкин М.А. Штампы для горячего деформирования металлов., Д.И. Васильев, А.М. Рогалев, А.П. Шкатов, Е.И. Бельский. - М. Высшая школа, 1977. - 496 с.
19. М. Е. Блантер. Металловедение и термическая обработка. М. Машгиз, 1963., 416 стр.
20. ДЕРЖАВНИЙ КОМІТЕТ УКРАЇНИ З ПРОМИСЛОВОЇ БЕЗПЕКИ, ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ГІРНИЧОГО НАГЛЯДУ. Н А К А З 18.12.2007 N 315 Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 28 січня 2008 р. за N 66/14757
21. Горячева Т.В. ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ МАШИНОБУДУВАННЯ. М.О. Бабенко КРАСНОАРМІЙСЬК 2009

ДОДАТОК А



02.29.001

Лера, примен.	
Справ. N	
Иванов	Подпись и дата
Иванов	Подпись и дата
Иванов	Подпись и дата
Иванов	Подпись и дата
Иванов	Подпись и дата
Иванов	Подпись и дата
Иванов	Подпись и дата
Иванов	Подпись и дата
Иванов	Подпись и дата

				02.29.001		
Иванов	Иванов	Иванов	Иванов	Иванов	Иванов	Иванов
Штамп горячего деформования				Иванов	Иванов	Иванов
				Иванов	Иванов	Иванов
				Иванов	Иванов	Иванов
				Иванов	Иванов	Иванов
				Иванов	Иванов	Иванов
				Иванов	Иванов	Иванов
				Иванов	Иванов	Иванов
				Иванов	Иванов	Иванов
				Иванов	Иванов	Иванов

