

Міністерство освіти і науки України
Чернігівський промислово-економічний коледж
Київського національного університету технологій та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора з НР

_____ Л. М. РОСЛАВЕЦЬ

_____ 2017 р.

Методичне забезпечення практичних занять
з дисципліни Матеріалознавство для студентів II курсу
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

Уклав

А.М. САВЧУК

Розглянуто на засіданні
циклової комісії спеціальних механічних
та загально-технічних дисциплін

Протокол № 1 від 31 08 2017 року
Голова циклової комісії

С.О. АНДРІЄНКО

Інструкція для виконання практичної роботи № 1

Тема: Вивчення діаграм подвійних станів

1 Мета:

1.1 Вивчити властивості рівноважної діаграми стану, методи прогнозування фазового складу і структури сплавів в залежності від хімічного складу і температури.

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

2.1 Зразки діаграм рівноважних подвійних станів

3 Теоретичні відомості

3.1 Поняття з теорії сплавів

Діаграма стану показує рівноважний фазовий склад в залежності від хімічного складу, температури, тиску і інших зовнішніх факторів. Подвійна діаграма будується в координатах температура-хімічний склад. Хімічний склад показує концентрацію (кількість) компонентів. Так як їх сума у кожній фазі або сплаві завжди дорівнює 100 %, прийнято вказувати по горизонтальній осі на діаграмі збільшення зліва направо зміст компоненту, який знаходиться справа. Зміст іншого компонента – залишок до 100 %. У якості одиниць вимірювання хімічного складу використовують як вагові, так і атомні проценти.

Лінії на подвійних діаграмах (зазвичай їх називають фазовими) розділюють області з різним фазовим складом, тому на них проходять фазові перетворення. Найважливіші фазові лінії на діаграмі – лінії ліквідус і солідус. Правильність побудови діаграми стану перевіряють за допомогою правила фаз (правило Гібсса):

$$C = K - \Phi + \Pi, \quad (3.1)$$

де C – число степенем свободи (варіантність) – число незалежних перемінних, що діють на систему і величини яких можна змінювати, не порушуючи числа фаз, що до неї входять. Частіше за все зовнішніми перемінними факторами є температура і тиск. В такому випадку $\Pi = 2$. Інколи на систему діє ще і міцне електричне поле, тоді $\Pi = 3$.

Для описання фазового складу сплаву використовують правило відрізків.

4 Хід роботи

4.1 Накреслити у масштабі 2:1 діаграму згідно з варіантом

4.2 Застосовуючи правило відрізків визначити фазовий склад сплаву при заданій температурі t_1 . Для цього із заданої точки X вліво та вправо від неї треба провести горизонтальну лінію постійної температури до границь даної області до перетинання з лініями діаграми (на малюнку показані стрілками у точках m і n). Відрізок mXn називається *конода* і дозволяє описати фазовий склад сплаву X :

- однофазні області, в які упираються кінці коноди, що вказує, які фази присутні у даному сплаві ($\alpha + \beta$);

- проекція точки m на ось концентрацій – точка α_{t_1} вказує хімічний склад α – розчину (13% В і залишок 87 % А). Проекція точки n на ось концентрації – точка β_{t_1} вказує хімічний склад β – розчину (74% В і залишок – 26% А);

- точка сплаву X розбиває коноду на відрізки. Кількість фази прямо пропорційна довжині відрізка коноди, що протилежна до цієї фази. Вимірюють довжину відрізків mXn , mX , Xn .

Визначають кількість фази α :

$$Q_{\alpha} = (Xn / mXn) 100\% \quad (4.2.1)$$

і кількість твердої фази β :

$$Q_{\beta} = (mX / mXn) 100\% \quad (4.2.2)$$

Примітка: більша кількість тієї фази, до якої точка сплаву є ближчою на коноді.

У нашому прикладі точка X ближче до α – розчину, тому

$$Q_{\alpha} = (47 / 65) 100\% = 72,3 \%, \quad Q_{\beta} = (18 / 65) 100\% = 27,7\% .$$

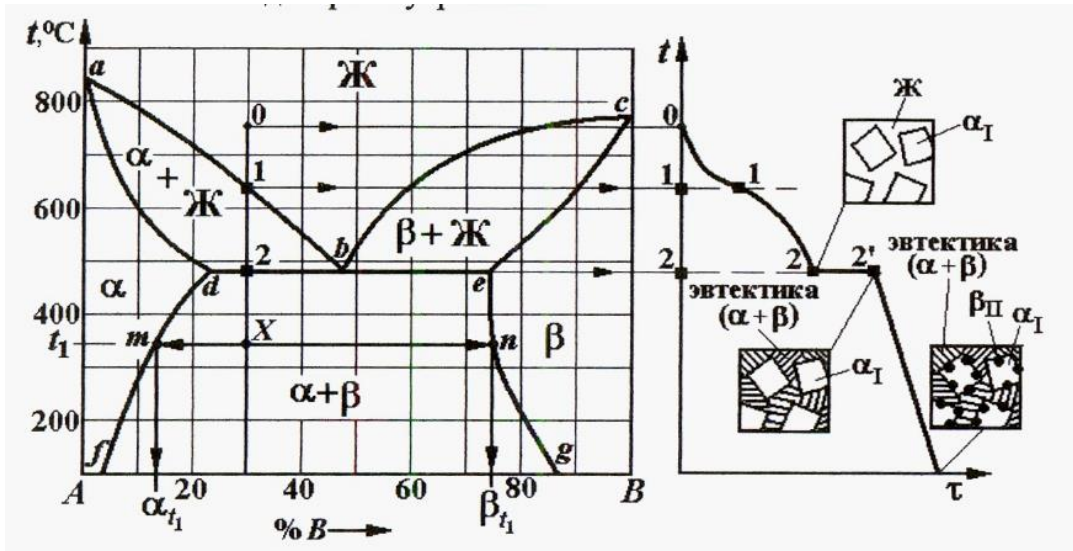


Рис. 4.1 Розрахунок фазового складу і структури за допомогою подвійної діаграми

4.3 Описати фазовий склад сплаву X при температурі t у відповідності з виданим викладачем завданням, використовуючи правило відрізків.

4.4 Побудувати криву охолодження сплаву X у координатах температура t – час τ (для кожної ділянки кривої вказати варіантність системи за допомогою правила фаз Гібсса).

Для цього через задану точку X сплаву треба провести вертикальну лінію від осі x од рідкої фази на подвійній діаграмі. Ця термічна осі при перетинанні з фазовими лініями подвійної діаграми дасть критичні точки заданого сплаву, в яких проходять фазові перетворення. Їх значення по температурній шкалі слід перенести на ось температур графіка кривої охолодження і пронумерувати 1,2, 3 і т.д.

Крива охолодження починається з точки 0 на осі температур, що лежить на 100..200 °C більше, ніж сама верхня критична точка (рис.4.1)

Чи буде співпадати температура при охолодженні даного сплаву, покаже число степеней свободи, яке розраховане за правилом фаз Гібсса $C = K - \Phi + 1 = 3 - \Phi$. Там, де змінюється значення C, обов'язково на кривій охолодження утвориться перегиб, а якщо $C = 0$, то утвориться фазова сходинка (фазове перетворення йде при постійній температурі).

На осі часу графіка масштаб відсутній, т. я. рівноважні діаграми строять у припущенні нескінченно повільного охолодження.

5 Завдання

6 Питання для самоконтролю:

6.1 Що розуміють під поняттям діаграма стану?

6.2 Як пов'язана будова діаграми стану з кривими охолодження?

6.3 Що можна визначити за допомогою правила відрізків?

Література

Попович В.В., Попович В.В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство: Підручник. – Львів: Світ, 2006. – С. 118 - 127

Інструкція для виконання практичної роботи № 2

Тема: Вибір виду і режиму термічної обробки для конкретних деталей. Обґрунтування обраної термічної обробки

1 Мета:

- 1.1 Вивчити вплив термічної і хіміко-термічної обробки на механічні властивості сталей.
- 1.2 Придбання навиків вибору виду і режиму термічної і хіміко-термічної обробки металів в залежності від призначення деталі.

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

- 2.1 Витяг ДСТУ 7809:2015 (якісні та високоякісні конструкційні вуглецеві сталі)
- 2.2 Витяг з ГОСТ 5632-72 (жароміцні сталі)
- 2.3 Витяг з ДСТУ 8429:2015 (Прокат ресорно-пружинний із вуглецевої та легованої сталі)
- 2.4 Витяг з ДСТУ EN ISO 192654957:2007 (Сталі інструментальні)

3 Теоретичні відомості

3.1 Термічна обробка

Термічна обробка полягає в нагріві деталі до певних температур, витримці при цій температурі і охолодженні з тією або іншою швидкістю. При цьому відбувається зміна структури, а отже, механічні і технологічні властивості оброблюваної деталі.

Для термічної обробки сталі застосовують такі процеси:

- 1) відпал першого роду або рекристалізація;
- 2) відпал другого роду;
- 3) нормалізація;
- 4) загартування;
- 5) відпускання.

Відпал першого роду (відпал рекристалізації) застосовують для зняття внутрішньої напруги у деталей, отриманих методом холодної деформації (холодне плющення, холодне штампування, волочіння і ін.), а також для знищення нагартування (наклепу) металу.

Відпал другого роду (відпал з фазовими перетвореннями) вирівнює хімічний склад деталі, при цьому отримують дрібнозернисту рівноважну структуру, знімають внутрішню напругу, підвищують пластичність і знижують твердість; поліпшуються умови обробки різанням. Відпал другого роду підрозділяється на повний, неповний, ізотермічний, ступінчастий і дифузійний. Повному відпалу піддаються гаряче деформовані сталі (поковки, штампування, прокат, а також злитки і фасонні відливання з вуглецевої і легованої сталі). Неповний відпал необхідний для перекристалізації перліту, зняття внутрішньої напруги, поліпшення оброблюваної різанням. Застосовується для заєвтектоїдних сталей.

Нормалізацією досягають подрібнення і однорідності структури, усунення внутрішньої напруги і знищення сітки вторинного цементиту в заєвтектоїдних сталях. Нормалізації піддають фасонні відливання, поковки, штампування і прокатні матеріали.

Нормалізація є проміжним процесом термічної обробки між відпалом і гартуванням. Залежно від хімічного складу сталі нормалізацію застосовують іноді замість відпалу або гартування.

Гартування має основною метою - отримання високої твердості і міцності. Для успішного проведення термічної обробки правильний вибір гартівного середовища має велике значення. Гартування середньо вуглецевих сталей проводять у воді, а більшості решти сталей в маслі. Об'ємне гартування залежно від способу охолодження розділяється на наступні види: гартування в одному охолоджувачі вуглецевих сталей (охолодження у воді) і легованих сталей (охолодження в маслі) полягає в тому, що нагріту до температури гартування деталь занурюють в гартівне середовище і тримають до її повного охолодження.

Ступінчасте гартування проводиться шляхом швидкого охолодження послідовно в двох різних охолоджуючих середовищах. Першим охолоджуючим середовищем служать розплавлені солі або масло. Другим охолоджуючим середовищем є повітря. Ступінчастий гарт застосовують для дрібних деталей з вуглецевої сталі з перетином 8-10 мм і для деталей з легованої сталі з перетином до 30 мм.

Ізотермічне гартування, так само як і ступінчасте гартування, проводиться в двох охолоджуючих середовищах. Остаточне охолодження до кімнатної температури проводиться на повітрі. Ізотермічне гартування широко застосовують для деталей з високолегованих сталей. Після ізотермічного гартування сталь набуває високих властивостей міцності.

Поверхнєве гартування застосовується для додання відповідальним деталям (валам, зубчатим колесам і ін.), що працюють на тертя і одночасно піддаються дії ударних навантажень, твердості поверхневого шару, високого опору зношуванню і в'язкості серцевини, що забезпечує опір удару. Залежно від способу нагріву деталей поверхнєве гартування розділяється на індукційне (струмами високої частоти), контактне, газо полум'яне, гартування в електроліті.

Відпускання - це фінішна операція термічної обробки, що формує структуру, а отже, і властивості сталі. Призначення відпускання - зняти внутрішню напругу, що виникла в процесі гартування, і отримати необхідну структуру. Залежно від температури нагріву загартованої деталі розрізняють три види відпустки: низький, середній і високий. Низьке відпускання проводиться з метою зменшення гартівної напруги при збереженні мартенситної структури. Твердість деталі після низької відпустки майже не змінюється. Низька відпустка застосовується для вуглецевих і легованих сталей, для яких необхідні висока твердість і зносостійкість. Середня відпустка застосовується для пружинних і ресорних сталей, а також для сталей, штампів, що йдуть на виготовлення. Висока відпустка проводиться для конструкційних сталей.

3.2 Хіміко-термічна обробка сталей

Хіміко-термічна обробка сталей – це процес зміни хімічного складу, мікроструктури і властивостей поверхневого шару деталі. Зміна хімічного складу поверхневих шарів досягається в результаті їх взаємодії з оточуючим середовищем (твердому, рідкому, газоподібному, плазмовому), в якому здійснюється нагрівання. В результаті зміни хімічного складу поверхневого шару змінюється його фазовий склад і мікроструктура. Основними параметрами хіміко-термічної обробки сталей є температура нагрівання і тривалість витримки.

Основними видами хіміко-термічної обробки є:

- 1) цементація (насиченість поверхневого шару вуглецем);
- 2) азотування (насиченість поверхневого шару азотом);
- 3) ціанування (насиченість поверхневого шару одночасно вуглецем і азотом);
- 4) дифузійна металізація (насиченість поверхневого шару різними металами).

Цементація – хіміко-термічна обробка, при якій поверхневі шари деталі насичуються атомами вуглецю за рахунок дифузії. Таку операцію проводять для сталей з низьким вмістом вуглецю (до 0,25%). Цементація розділяється на 2 види: цементація в твердому карбюризаторі і газова цементація. Перший спосіб застосовується у дрібносерійному виробництві, газова цементація призначена для серійного і масового виробництва. Після цементації необхідно проведення термообробки – загартування з низьким відпусканням. Тоді вироби отримують велику твердість і зносостійкість, підвищується границя контактної витривалості і границя витривалості при згині і при цьому зберігається в'язке осердя. Для задоволення особо високих вимог до механічних властивостей проводять подвійне загартування. Цементації піддають зубчасті колеса, поршневі кільця, черв'яки, осі, ролики.

Азотування – хіміко-термічна обробка, при якій поверхневі шари насичаються азотом. При цьому підвищуються не тільки твердість і зносостійкість, а і корозійна стійкість. Для азотування використовують сталі, які містять алюміній, молібден, хром, титан. Типові азотуванні сталі: 38ХМЮА, 35ХМЮА, 30ХТ2НЗЮ.

В залежності від умов роботи деталей розрізняють такі типи азотування:

- 1) для підвищення поверхневої твердості і зносостійкості;
- 2) для покращення корозійної стійкості (антикорозійне азотування).

Ціанування – хіміко-термічна обробка, при якій поверхня одночасно насичується і вуглецем і азотом. Ціанований шар має високу твердість (58...62 HRC) і добре опирається зносу. Підвищується втомна міцність і корозійна стійкість.

Розрізняють такі процеси ціанування:

- 1) високотемпературне ціанування (характеризується меншою деформацією деталі, забезпечується велика твердість і опір зносу);
- 2) низькотемпературне ціанування (проводиться для приладів із швидко ріжучих, високо хромованих сталей);
- 3) нітроцементація (високотемпературна – для машинобудівельних деталей із вуглецевих і низьколегованих сталей при підвищеному вмісті аміаку; низькотемпературна – для інструментів із швидко ріжучої сталі після термічної обробки (загартування і відпускання).

Дифузійна металізація – хіміко-термічна обробка, при якій поверхня сталей насичується різними елементами: алюмінієм, хромом, кремнієм, бором і т.і. При насичуванні хромом процес називається хромування, алюмінієм – алітування; кремнієм – силіцирування, бором – борирування. Одна із основних властивостей металізованих поверхонь є жаростійкість

(виготовляють із простих вуглецевих сталей з послідуєчим алітуванням, хромуванням або силіцируванням.

4 Хід роботи:

- 4.1 Вивчити умови роботи заданої деталі і вимоги, щодо неї.
- 4.2 Обрати марку сталі для виготовлення заданої деталі, вивчити її хімічний склад і механічні властивості.
- 4.3 Розробити в залежності від умов роботи деталі потрібний вид і режим термічної обробки або хіміко-термічної обробки.
- 4.4 Дати обґрунтування обраного виду і режиму обробки деталі.

Для розв'язання задачі необхідно перш за все визначити матеріал, який має властивості, близькі до заданих. Якщо для покращення властивостей обраного матеріалу потрібні термічна або хіміко-термічна обробка, то необхідно вказати їх режими, структуру, що отримують і властивості. Враховувати економічні показники методів, наприклад, для масового виробництва обирають індукційне нагрівання, газову цементацію і т.і.; для деталей, що працюють в умовах змінних навантажень, наприклад, валів, зубчастих коліс, рекомендують обробку, що підвищує витривалість (в залежності від сталі – цементація, ціанування, азотування, загартування з індукційним нагріванням).

При розв'язанні задач рекомендується використовувати навчальні посібники, ГОСТи, довідникові матеріали з додатків 1-5.

6 Приклад розв'язання задачі

Задача: Завод має сталь двох марок: 45 і 20ХН3А, із яких можна виготовити вал діаметром 70 мм для роботи з великими навантаженнями.

Яку з сталей слід застосувати для виготовлення вала, якщо сталь повинна мати границю плинності не нижчу за 740 МПа.

Розв'язання задачі.

Хімічний склад сталей, %

Сталь	ГОСТ	C	Mn	Si	Cr	Ni	S	P
Сталь 45	1050-60	0,42-0,50	0,50-0,80	0,17-0,37	0,25	0,25	0,045	0,040
20ХН3А	4543-71	0,17-0,23	0,3-0,6	0,17-0,37	0,6-0,9	2,75-3,15	0,025	0,025

Сталь 45 згідно з ГОСТом в стані поставки (після прокатки і відпалу) має твердість не більшу за НВ 207. При твердості НВ 190-2—сталь має границю міцності σ_B не вище 588..608 МПа. Границі плинності сталі 45 не перевищує 265...314 МПа.

Сталь 20ХН3А згідно з ГОСТом в стані поставки (після прокатки і відпалу) має твердість не більше НВ 250. Границя міцності не перевищує 735 МПа і може бути нижче. Границя плинності сталі не перевищує 342..392 МПа. Отож, для отримання заданої величини границі плинності, вал необхідно піддати термообробці. Для такого відповідального виробу як вал необхідно обирати якісну сталь. Сталь 45 є якісною вуглецевою, а сталь 20ХН3А – високоякісна легована. Для підвищення міцності можна приймати як нормалізацію, так і загартування з високим відпусканням. Так як вал двигуна зазнає динамічні навантаження, а також вібрацію, то доцільно застосувати загартування і відпускання.

Після загартування вуглецева сталь 45 отримує структуру мартенситу, але така структура утворюється в виробах діаметром 20-25 мм тільки у тонкому поверхневому шарі. Відпусканням утворюються сорбіт тільки в цих невеликих шарах, не впливаючи на структуру перліту і фериту в основній масі виробу. Найбільші напруги від згину, кручення і змінних навантажень зазнають зовнішні шари вала. Однак, динамічні навантаження зазнають не тільки поверхневі шари, а і внутрішні.

Сталь 20ХН3А легована нікелем і хромом для підвищення загартованості. Вона отримує після загартування однорідну структуру і механічні властивості в перерізі діаметром до 75 мм.

Таким чином властивості, які забезпечують вимоги для виготовлення вала діаметром 70 мм для роботи з великими навантаженнями, має сталь 20ХН3А, яку необхідно застосувати для виготовлення валів з відповідною термообробкою (загартування з 820-835⁰С в маслі і відпускання 520-530⁰С в маслі)

Інструкція для виконання практичної роботи № 3

Тема: Вибір марки легованої сталі для деталей залежно від умов їх експлуатації

1 Мета:

- 1.1 Вивчення властивостей основних класів легованих сталей за ознакою її структури.
- 1.2 Придбання навиків в застосуванні довідникової літератури при виборі легованої сталі для деталей в залежності від умов їх експлуатації.

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення

- 2.1 Витяг з ГОСТ 5632-72 (жароміцні сталі)
- 2.2 Витяг з ДСТУ 8429:2015 (Прокат ресорно-пружинний із вуглецевої та легованої сталі)
- 2.3 Витяг з ДСТУ EN ISO 192654957:2007 (Сталі інструментальні)

3 Теоретичні відомості

3.1 Вплив легуючих елементів на структуру сталі

Легуючі елементи, що присутні в сталі по різному впливають на алотропію заліза, карбідоутворення, положення критичних точок, розпад аустеніту і на мартенситне перетворення. Леговані сталі після відпалу розділяються на класи за структурними ознаками. Структуру сталі визначають безпосередньо по діаграмі стану після відпалу, а в нормалізованому стані – після процесу, який проходить при температурі 900°C . Виділяють такі класи сталей: перлітний, мартенситний, аустенітний, карбідний і феритний.

До перлітного класу відносяться сталі, які містять невелику кількість легуючих елементів і мають структуру евтектоїдного типу: перліт, сорбіт або троостит, а також можуть бути ферит або вторинний карбід. До цієї групи відносять сталі 40X, 40XH, 40X7Г, 30ХГСА, 9ХС та інші.

До мартенситного класу відносяться сталі з більш високим вмістом легуючих елементів, які мають мартенситну структуру. Це хромонікелеві і хромонікелевольфрамові конструкційні сталі з вмістом 0,3...0,4% вуглецю, наприклад сталь 18X2H4BA та 25XH4BA. Сталі з іншими складовими відрізняються високою крихкістю і тому не використовуються.

До аустенітного класу відносяться сталі з високим вмістом таких легуючих елементів, як Ni, Mn, Cr, Ti. В структурі сталі є аустеніт і невелика кількість карбідів. Сталі цього класу жароміцні і корозійностійкі. Після загартування при температурі $1000 - 1100^{\circ}\text{C}$ карбіди, які знаходяться в сталі, переходять в твердий розчин, в результаті чого покращується корозійна стійкість і підвищується пластичність. До цієї групи відносяться, наприклад сталі X18H9, X18H9T.

До карбідного класу відносять сталі X12M, P9, P18, і інші, які містять велику кількість вуглецю і карбідоутворюючих елементів Cr, W, V і ін. Для цього класу характерним є саме присутність карбідів, структура же основного фону в залежності від складу і температури нагрівання може бути перлітною, мартенситною або аустенітною. Такі сталі мають високу твердість і зносостійкість, застосовуються для виготовлення ріжучого інструменту і штамтів, які працюють в важких умовах.

До феритного класу відносяться сталі, які містять значну кількість легуючих елементів (Cr, Si і ін.) і невелику кількість вуглецю. Ці сталі мають високу корозійну стійкість, наприклад сталь X17.

Розподіл на наведені класи характерний тільки для сталей, які охолоджувались на повітрі. Зміна швидкості охолодження буде змінювати структуру, а значить і клас. Наприклад, якщо сталь перлітного класу охолоджувати з більшою швидкістю, то можна отримати мартенсит, при охолодженні сталі мартенситного класу з меншою швидкістю можна отримати перліт, а обробивши аустенітну сталь холодом, можна отримати мартенсит.

3.2 Рекомендації, що до вибору марки легованої сталі.

Леговані сталі мають кращі механічні властивості після термічної обробки (загартування, відпускання) та значно відрізняються за цими показниками від вуглецевих сталей, для виробів з крупним перерізом. Особливо сильно підвищується границя плинності, відносне звуження і в'язкість. Це пояснюється тим, що леговані сталі мають меншу критичну швидкість загартування, а значить кращу прожарюванність. Завдяки цьому замість вуглецевої сталі, обирають леговану і проводять її загартування в менш різких охолоджувачах (масло, повітря), а це зменшує деформації виробів і небезпеку утворення тріщин. Тому леговані сталі застосовують не тільки для великих виробів, але і для виробів не великого перерізу, які мають складну форму. Чим вище в сталі концентрація легованих елементів, тим вище її прожарюванність.

Інструментальні сталі, які мають високі твердість, зносостійкість і міцність, використовують для ріжучих інструментів, штампів холодного і гарячого деформування, вимірювальних приладів, різних розмірів і форм.

Для характеризування і виборі інструментальних сталей слід враховувати перш за все головну властивість цих сталей – теплостійкість, оскільки робоча кромка інструменту в залежності від умов експлуатації може нагріватися до температури $500 - 700^{\circ}\text{C}$ у ріжучого інструменту і до 800°C у штампів.

Сталі для різання або гарячого деформування повинні зберігати при нагріванні високу твердість, міцність і зносостійкість, тобто володіють теплостійкістю (червоностійкістю). Ця властивість утворюється спеціальним легуванням і термічною обробкою. Тому сталі поділяють на такі класи:

Нетеплостійкі, які зберігають високу твердість (HRC 60) при нагріванні не вище за $190-225^{\circ}\text{C}$ і які використовують для різання м'яких металів з невеликою швидкістю, а також для деформування в холодному стані. Це вуглецеві і леговані сталі (з відносно низьким вмістом легуючих елементів). Карбідна фаза їх – цементит.

Напівтеплостійкі переважно штампіві, робоча кромка яких нагрівається до $400-500^{\circ}\text{C}$. Це сталі леговані хромом і додатково вольфрамом, молібденом і ванадієм. Карбідні фази – легований цементит і карбід хрому.

Теплостійкі для різання з підвищеною швидкістю. Нагрівання робочої кромки до $500-600^{\circ}\text{C}$ (швидко ріжучі сталі); штампування сталі при підвищеному нагріванні до $600-800^{\circ}\text{C}$. Основна карбідна фаза – карбід вольфраму (молібдену). Твердість HRC 60-62 у швидко ріжучих сталей після нагрівання до $600-680^{\circ}\text{C}$ і HRC 45-52 у штампувальних $650-700^{\circ}\text{C}$.

4 Хід роботи:

4.1 Вивчити умови роботи заданої деталі або інструменту і вимоги, щодо неї.

4.2 Обрати марку легованої сталі для виготовлення заданої деталі, вивчити її хімічний склад і механічні властивості (див. таблиці 1,2,3,4)

4.3 Обґрунтувати вибір матеріалу для заданої деталі (інструменту)

При розв'язанні задач рекомендується використовувати навчальні посібники, ГОСТи, довідникові матеріали з додатків 1-4 або іншу довідникову літературу

5 Варіанти задач

6 Приклад розв'язання задачі: Підібрати леговану інструментальну сталь підвищеної теплостійкості, яка здатна для різання жароміцних сталей, вказати її марку і хімічний склад, термічну обробку і мікроструктуру в готовому інструменті.

Порівняти теплостійкість сталі P12 і обраної сталі.

Розв'язання.

При різання сталей і сплавів з аустенітною структурою (неіржавіючі, жароміцні і інші), які часто застосовують в промисловості, стійкість ріжучих інструментів і гранична швидкість різання можуть знижуватись у порівнянні з отриманими при різанні звичайних конструкційних сталей і

чавунів з відповідно невеликою твердістю (до HB 220-250). Це зв'язано з тим, що теплопровідність аустенітних сплавів понижена. Для різання подібних матеріалів не застосовують швидко ріжучі сталі підвищеної теплостійкості типу P12, які зберігають високу твердість (HRC 60) і мартенситну структуру після нагрівання не вище 615-620⁰С.

Для обробки аустенітних сплавів необхідно обирати швидко ріжучі сталі з підвищеною теплостійкістю, а саме кобальтові. Кобальтові сталі зберігають твердість HRC 60 після більш високого нагрівання до 640-645⁰С. Крім того, кобальт значно підвищує теплостійкість швидко ріжучої сталі, а значить знижує температуру ріжучої кромки за рахунок кращого відведення тепла в тіло інструмента. Сталі з кобальтом мають високу твердість до HRC 68.

Для фрез і свердел, які застосовуються для різання аустенітних сплавів рекомендуються кобальтові сплави марок P12Ф4К5 і P8МЗК6С.

Хімічний склад сталей

Сталь	ГОСТ	С	Mn	Si	Cr	W	Mo	V	Co
P12	19265-73	0,85	0,3	0,3	3,6	12,5	1	1,7	-
P12Ф4К4	19265-73	1,3	0,3	0,3	3,8	12,5	1	3,5	5,5
P8МЗК3С	19265-73	1,1	0,9	0,3	3,8	8	3,6	1,7	6

Термічна обробка для кобальтових сталей принципово не відрізняється від обробки інших швидко ріжучих сталей.

Загартування до 1240-1250⁰С (P12Ф4К5) і 1210-1220⁰С (P8МЗК6С), що потрібно для розчинення великої кількості карбідів і насичення аустеніту (мартенситу) легуючими елементами. Структура сталі після загартування - мартенсит, залишковий аустеніт і карбіди. Твердість HRC 60-62.

Відпускання при 550-560⁰С, потім ціанування. Твердість ціанованого шару на глибину 0,02-0,03 мм досягає HRC 69-70. Ціанування підвищує стійкість інструментів на 50-80%. Після ціанування допустиме короткострокове нагрівання при 450-500⁰С з охолодженням в маслі і покращується стійкість проти повітряної корозії.

Інструкція для виконання практичної роботи № 4

Тема: Вибір марки сплаву кольорових металів для конкретних деталей в залежності від умов їх експлуатації.

1 Мета роботи

1.1 Вивчення властивостей основних видів сплавів кольорових металів, їх області застосування.

1.2 Придбання навиків в застосуванні довідникової літератури при виборі марки сплаву кольорового металу для деталей в залежності від умов їх експлуатації.

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

2.1 Витяг з ДСТУ ГОСТ 15527:2005 (Сплави мідно-цинкові (латуні))

2.2 Витяг з ГОСТ 18175-78 (безолов'яні деформовані бронзи)

2.3 Витяг з ГОСТ 4784-94 (Алюміній і деформовані алюмінієві сплави)

2.4 Витяг з ГОСТ 2685-75 (ливарні алюмінієві сплави)

2.5 Витяг з ГОСТ 19807-91 (Титан та титанові деформовані сплави)

2.6 Витяг з ГОСТ 1320-74 (бабіти олов'яні та свинцеві)

3 Теоретичні відомості

3.1 Кольорові сплави

Сплави на основі кольорових металів (мідь, алюміній, магній, титан, нікель і т.ін.) мають кращі механічні і технологічні властивості, ніж чисті метали, тому вони мають широке застосування в промисловості.

3.2 Мідні сплави - латуні і бронзи

Латунями називають сплави міді з цинком, які містять цинку не більше 42%. Для отримання латунями кращих механічних і технологічних властивостей, в них додають залізо, нікель, свинець, алюміній – від 2 до 8%. За технологічними ознаками латуні поділяють деформовані і ливарні. Із деформованих виготовляють полу фабрикатів (труби, дроти); ливарні використовують для фасонних відливок.

Бронзами називають сплави міді з любым елементом, окрім цинку. В залежності від хімічного складу бронзи поділяються на прості олов'яні і спеціальні – без олов'яністі. Для покращення властивостей олов'янистих бронз в їх склад вводять свинець (підвищує антифрикційні властивості), фосфор (підвищує ливарні, механічні і антифрикційні властивості). Бронзи поділяються на ливарні і деформовані. Деформовані бронзи застосовують для виготовлення пружин і пружинних деталей. Олов'яністі бронзи мають добрі ливарні властивості, тому застосовуються для лиття деталей складної форми.

Алюмінієві бронзи добре опираються корозії в морській воді, мають високі механічні і технологічні властивості. Їх застосовують для глибокого штампування і фасонного лиття. Ливарні властивості алюмінієвих бронз нижчі за олов'яністі, але вони забезпечують високу щільність відливок.

Кремнієві бронзи мають підвищену міцність і пластичність. Нікель і марганець покращують механічні і корозійні властивості кремнієвих бронз. Такі бронзи легко обробляються тиском, різанням, зварюються. Завдяки високим механічним властивостям, пружності і корозійній стійкості їх застосовують для виготовлення пружин і пружних деталей приборів, які експлуатуються при температурах до 250⁰С, а також в агресивних середовищах.

Берилієві бронзи зміцнюються термічною обробкою. Вони добре опираються корозії, піддаються зварюванню і різанню. Застосовують для мембран, пружин, пружних контактів, деталей, які працюють на знос, в електронній техніці.

Свинцеві бронзи мають структуру, яка складається з кристалів міді і включення свинцю. Це забезпечує високі антифрикційні властивості, їх використовують для виготовлення вкладників вальниць ковзаня, які працюють при високих швидкостях і при підвищених тисках.

3.3 Алюмінієві сплави

Алюмінієві сплави мають високі механічні властивості, малою питомою вагою і стійкістю проти корозії. Розрізняють деформовувані і ливарні. Ливарні сплави застосовують для виготовлення литих деталей шляхом відливання в земляні і металеві форми. Деформовувані сплави застосовують для виготовлення листів, дrotів, фасонних профілів, і інших деталей, що виробляються штампуванням, куванням, пресуванням. Сплави алюмінію, мають добру технологічність на всіх стадіях переробки, малу густину, високу корозійну стійкість при достатній міцності і в'язкості, знайшли широке застосування в авіації, суднобудуванні, автомобілебудуванні, будівництві.

3.4 Магнієві сплави

Магнієві сплави – це сплави магнію з алюмінієм, марганцем і цинком. Їх широко застосовують в промисловості як ливарні (МЛ2, МЛ3, МЛ4-МЛ6), так і деформовувані (МА1, МА2-МА5). Деформовувані магнієві сплави мають більшу в'язкість, пластичність і міцність, ніж ливарні сплави, тому широко застосовуються для кованих і штампованих деталей. Для покращення властивостей магнієвих сплавів до них водять невелику кількість берилію, титану, інші елементи, і піддають термічній обробці.

3.5 Антифрикційні сплави

Для зменшення тертя частин вальниць, які обертаються виготовляють із спеціальних матеріалів, які відповідають таким вимогам; невеликий коефіцієнт тертя з матеріалом обертаючого ся валу; мікро капілярність, яка утримує змащення; достатню міцність, зносостійкість і корозійну стійкість. В якості сплавів для вальниць застосовують:

- бабити (на олов'яній або свинцевій основі) Б83, Б16, БК2;
- бронзи (олов'яністі БрОСЦ4-4-4, БрОФ6,5-1,5 та свинцевисті БрС-30) – в найбільш навантажених вальницях, які зазнають ударні навантаження;
- антифрикційні сірі чавуни АС4-1, АВ4-1 – при більшому питомому тиску і швидкостях.

4 Хід роботи:

4.1 Вивчити умови роботи заданої деталі або інструменту і вимоги, щодо неї.

4.2 Обрати марку сплаву кольорового металу для виготовлення заданої деталі, вивчити її хімічний склад і механічні властивості (див . таблиці 1,2,3,4)

4.3 Обґрунтувати вибір матеріалу для заданої деталі (інструменту)

При розв'язанні задач рекомендується використовувати навчальні посібники, ГОСТи, довідникові матеріали з додатків 1-4 або іншу довідникову літературу

5 Задачі по вибору

6 Додатки