**Зертханалық дәріс 13.** КӨМІРТЕКТІ БОЛАТТАРДЫ ТЕРМОӨҢДЕУ

Жұмыстың мақсаты: осы әдістемелік нұсқау бойынша ұсынылған тапсырмаларды орындап, жылулық әсер көмегімен болаттың бір түрінің әртүрлі қасиеттерін алып үйрену.

1. Термоөңдеудің негізгі параметрлері

Термиялық өңдеу – бұйым материалының құрылымы мен қасиеттерін өзгерту мақсатында оны қыздыру және суытудан тұратын технологиялық процесс.

Детальдарды дайындау сатысында металл иілгіш, қатты емес, кесу арқылы жақсы өңделетін болу керек.

Дайын бұйымдарда материал максималды берік, тұтқыр, қажетті қаттылығымен болу керек.

Материалдың қасиеттерінде мұндай өзгерістерді термоөңдеу арқылы жасауға болады. Кез келген термоөңдеу процесі температура-уақыт координаталарында графикпен сипатталады және қыздыру, ұстау және суытудан тұрады. Термоөңдеуде термиялық өңдеудің түрін анықтайтын фазалық түрленулер өтеді.

Болатты қыздыру температурасы оның кризистік нүктелерінің орнына байланысты және Fe – Fe3С күй диаграммасында термиялық өңдеу түріне байланысты таңдап алынады. Кризистік нүктелер (фазалық түрленулер температуралары): PSK сызығы – А1 нүктесін, GS – А3 нүктесін және SE – Аm нүктесін анықтайды. Төменгі кризистік нүкте А1 727 ºС-тағы А → П түрленуіне сәйкес келеді. Жоғарғы кризистік нүкте аустениттен ферриттің бөлінуінің басталуын (суытқанда) немесе аустенитте ферриттің еруінің аяқталуына (қыздырғанда) сәйкес келеді. Аустениттен екіншілік цементиттің бөлінуінің басталуына сәйкес келетін SE сызығының температурасы Аm деп белгіленеді.

Берілген температураға дейін қыздыру уақыты ең алдымен болаттың химиялық құрамына және детальдың ең массивті қимасының қалыңдығына (қиманың әрбір миллиметріне орташа есеппен 60 с) тәуелді.

Термоөңдеу температурасында ұстау металда өтетін фазалық түрленулерді аяқтау, детальдың бүкіл көлемі бойынша температураны теңестіру үшін қажет. Ұстау уақыты болаттың химиялық құрамына тәуелді және легирленбеген болаттар үшін қиманың бір миллиметріне 60 с есебімен анықталады.

Суыту жылдамдығы ең алдымен болаттың химиялық құрамына және талап етілетін қаттылығына байланысты.

Болаттарды термоөңдеудің кең таралған түрлері – құрыштау мен жіберу (отпуск). Олар бұйымдарды беріктендіру мақсатында жүргізіледі.

2. Болаттарды құрыштау

ҚҰРЫШТАУ дегеніміз – бөлме температурасында болаттың жоғары температуралық күйін ұстау. Құрыштаудың негізгі мақсаты – жоғары қаттылық, беріктілік пен бұзылуға тұрақтылықты алу. Бұл мақсатқа жету үшін болаттарды GSK сызығынан 30-50 ºС-қа жоғары температураларға дейін қыздырып (1-сурет), осы температурада белгілі бір уақыт ұстап, сосын жылдам суытады.

Құрыштаудың әртүрлі сатыларында өтетін процестерді У8 эвтектоидты болаттың мысалымен қарастыруға болады. Бастапқы күйдірілген күйде бұл болат перлит құрылымды (феррит пен цементиттің эвтектоидты қоспасы) болады. А1 температураға (727 ºС) жеткенде полиморфты түрлену өтеді, яғни ферриттің кристалды торы (КОК) аустенит торына (ЖОК) қайта құрылады, соның салдарынан көміртектің ерігіштігі күрт өседі. Ұстау процесінде бүкіл цементит аустенитте ериді және ондағы көміртек концентрациясы болаттағы көміртек концентрациясы, яғни 0,8 %-ға жетеді.



1-сурет. Термоөңдеудің әртүрлі түрлерінде қыздырудың оңтайлы температураларының аралығы

Келесі саты – болаттың аустенитті облыстан бөлме температурасына дейін суынуы құрыштауда анықтаушы роль атқарады. Болатты А1 температурадан төмен суытқанда кері полиморфты түрлену өтеді, яғни аустенит торы (ЖОК) феррит торына (КОК) қайта құрылады да, көміртектің ерігіштігі 40 есе (0,8-ден 0,02-ге дейін) кемиді. Егер суыну баяу өтсе, онда «артық» көміртек феррит торынан шығып үлгеріп, цементит түзеді. Нәтижесінде феррит-цементит қоспасының құрылымы қалыптасады. Егер суыну жылдам өтсе, онда полиморфты түрленуден кейін көміртек диффузиялық процестердің басылуынан КОК торда қалады. Көміртектің α-темірдегі аса қаныққан қатты ерітіндісі түзіледі, ол мартенсит деп аталады. Мартенситтің көміртекпен аса қанығуы оның торында үлкен кернеулер туғызады, олар оның пішінінің бұзылуына және кубтыдан тетрагональдыға ауысуына алып келеді. Ішкі кернеулер деңгейі тетрагональдық дәрежесімен, яғни параллелепипедтің жағының үзындығының а жағына қатынасымен бағаланады.



2-сурет. Болаттың нақты маркалары және берілген режимдер бойынша құрыштау мен демалдыру жүргізу үшін құрыштаудың оңтайлы температураларын таңдау

Мартенсит торының тетрагоналдық дәрежесі жоғарылаған сайын, оның қаттылығы жоғарылайды. Тетрагоналдық дәрежесі өз кезегінде болаттағы көміртек мөлшеріне тәуелді.

Температураның жоғарғы ауданында аустениттің ыдырау процестері үлгеріп өтпейтіндей кризистіктен (Vкр) үлкен немесе соған тең суыну жылдамдығын қамтамасыз етсе, мартенсит құрылымын алуға (немесе болатты құрыштауға) болады (3-сурет).

Құрыштаудың кризистік жылдамдығы немесе суытудың минималды жылдамдығы (Vкр) – бұл аустенит мартенситке ауысатын жылдамдық. Егер суыту жылдамдықтары Vкр мәнінен аз болса, аустенит ыдырағанда дисперстілігі әртүрлі феррит-цементит қоспалары – троостит, сорбит және перлит алынады.

Перлит (феррит пен цементиттің дөрекі дисперсті қоспасы) суытудың өте баяу жылдамдықтарында алынады (3-суретте бұл V1). Суытудың мұндай жылдамдықтары күйдіруге тән (пешпен бірге суыту).

Көміртекті болаттарды ауада V2 және V3 жылдамдықтармен суытқанда (термоөңдеу түрі – қалыптандыру) сорбит пен троостит құрылымдары алынады. Сорбит – дисперстілігі орташа феррит пен цементиттің механикалық қоспасы. Троостит – ұсақ дисперсті феррит-цементит қоспасы. Сорбит пен троостит қасиеттері перлит (П) пен мартенсит (М) қасиеттері арасындағы аралық орынды алады.



3-сурет. Эвтектоидты болаттың аустениттің изотермиялық ыдырау диаграммасы: І – аустениттің диффузиялық ыдырауының басталу қисығы; ІІ – аустениттің диффузиялық ыдырауының соңының қисығы; Мн – мартенситті түрлену басталуының сызығы; Vкр – суытудың кризистік жылдамдығы.

Құрыштаудың практикалық мақсаты – болаттың максималды беріктілігі мен қаттылығын алу. Бұл мақсатқа келесі режимдерде қол жеткізіледі: болатты GSK сызығынан 30-50 ºС-қа жоғары температурада қыздыру, осы температурада ұстау және ≥ Vкр жылдамдықпен суыту.

Қыздыру температурасы бойынша толық және толық емес құрыштау деп бөледі. Толық құрыштау аустенитті облыстан жүргізіледі. Құрыштаудың кризистік жылдамдығымен суытқан соң барлық көміртекті болаттарда мартенсит құрылымы түзіледі. Толық құрыштауға эвтектоидтыға дейінгі болаттан жасалған бұйымдар ұшырайды, бұл кезде жұмсақ ферритті енулер түзілмейді.

Толық емес құрыштау – аралық, екі фазалы облыстардан (А + Ф), (А+ЦII) құрыштау. Кризистік жылдамдықпен суыту нәтижесінде эвтектоидтыға дейінгі болаттарда Ф + М құрылымы, ал эвтектоидтыдан кейінгі болаттарда – М + ЦII құрылымы түзіледі. Толық емес құрыштауға эвтектоидтыдан кейінгі болаттан жасалған құралдар ұшырайды, себебі екіншілік цементит енулерінің болуы құрышталған құралдың қаттылығын жоғарылатады, өйткені цементит мартенситке қарағанда қаттырақ.

3. Болаттарды жіберу

Болаттардың маңызды механикалық қасиеттеріне қаттылықпен бірге иілгіштік те жатады, ол құрыштаудан кейін өте аз болады. Құрылым күрт-тепе-теңдіксіз, үлкен құрыштау кернеулері пайда болады. Құрыштау кернеулерін түсіріп, әртүрлі детальдар үшін қасиеттердің оңтайлы жиынтығын алу үшін әдетте құрыштаудан кейін болатты жіберу жүргізіледі. Болатты жіберу – құрышталған болатты PSK сызығынан төмен температураға дейін (А1 кризистік нүктесі) қыздырып, осы температурада үстап, ары қарай еркінше суытудан тұратын термоөңдеу. Бұл процесс құрышталған болаттың құрылысы мен қасиеттерінің өзгерісімен байланысты. Жіберу кезінде мартенсит ыдырап, тұрақты күйге ауысу өтеді. Бұл кезде иілгіштік, тұтқырлық жоғарылап, қаттылық төмендейді және болаттағы қалдық кернеулер азаяды. Болаттарды жіберу кезінде өтетін түрленулердің механизмі – диффузиялық, ол қыздыру температурасымен және ұзақтығымен анықталады.

80-200 ºС аралығында өтетін бірінші түрлену мартенситтен жіңішке пластиналар ζ – Fe2С карбидінің бөлінуіне сәйкес келеді. Тордан көміртектің бөлінуі оның тетрагоналдық дәрежесінің азаюына алып келеді. Бұл кезде алынған мартенсит жіберілген деп аталады, оның тетрагоналдық дәрежесі 1-ге жақын.

300 ºС-тан жоғары құрышталған болатты қыздырғанда көміртек ерітіндіден толық бөлінеді және ішкі кернеулер босатылады. Болат ұсақ дисперсті феррит пен цементит қоспасынан (жіберу трооститі) тұрады.

480 ºС-тан жоғары температураға дейін қыздырғанда карбид бөлшектерінің коагуляция (ірілену) процесі мен қалдық кернеулердің максималды босатылуы өтеді. Жіберу сорбитінің құрылымы қалыптасады.

Қыздыру температурасына байланысты төменгі, ортаңғы және жоғарғы жіберу деп бөлінеді. Төменгі жіберу 80-250 ºС температуралар аралығында жоғары қаттылық пен бұзылуға тұрақтылық қажет ететін құрал-бұйымдар үшін жүргізіледі. Алынатын құрылым МОТП немесе МОТП + ЦII (жіберу мартенситі + екіншілік цементит).

Ортаңғы жіберу (350-500 ºС) рессор, серіппе, штамп және басқа да соққы құралдары, яғни жеткілікті қаттылық пен жоғары серпімділікті талап ететін бұйымдар үшін қолданылады. Алынатын құрылым - ТОТП (жіберу трооститі).

Жоғарғы жіберу (500-650 ºС) ішкі кернеулерді толық жояды. Механикалық қасиеттердің ең жақсы жиынтығына қол жеткізіледі: жоғары беріктілік, тұтқырлық және иілгіштік. Жоғары кернеулердің әсеріне ұшыратылған конструкциялық болаттардан жасалған бұйымдар үшін қолданылады. Құрылымы – СОТП (жіберу сорбиті).

Мартенситке құрыштап, кейін жоғарғы жіберу жүргізілетін термоөңдеу жақсарту деп аталады.

Бақылау сұрақтары:

1. Толық және толық емес құрыштау дегеніміз не?

2. Неліктен эвтектоидтыға дейінгі болаттар үшін толық, эвтектоидтыдан кейінгі болаттар үшін – толық емес құрыштау қолданылады?

3. Эвтектоидтыға дейінгі болатта көміртек мөлшері құрыштауға қыздыру температурасына қалай әсер етеді?

4. 760 ºС температурада құрышталған 45, У8 және У12 болаттардың құрылымында қандай айырмашылық бар?

5. Құйманың қандай күйі жіберу операциясының алдында болу керек?

6. Құрышталған болаттарды жіберуде қандай фазалық түрленулер өтеді?

7. Төменгі, ортаңғы және жоғарғы жіберу қандай температураларда жүргізіледі?

8. Төменгі, ортаңғы және жоғарғы жіберуден кейін қандай құрылым түзіледі?

9. Төменгі, ортаңғы және жоғарғы жіберу қандай бұйымдар үшін жүргізіледі?

10. Жіберу температурасы болаттың механкиалық қасиеттеріне қалай әсер етеді?