

Ե.16.01 – ՆՅՈՒԹԱԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆ

1. ՆՅՈՒԹԱԳԻՏՈՒԹՅԱՆ ՏԵՍԱԿԱՆ ՀԻՄՈՒՆՔՆԵՐԸ

Մետաղների ատոմա-բյուրեղային կառուցվածքը և բյուրեղացման տեսական հիմունքները

Մետաղների էլեկտրոնային և բյուրեղային կառուցվածքները: Խորանարդային և հեքսագոնալ ցանցերի մեջ հարթությունների և ուղղությունների բյուրեղաբանական ինդեքսները: Բյուրեղների բազմաձևությունը և անիզոտրոպությունը: Մետաղների բյուրեղային կառուցվածքի թերությունները՝ կետային, գծային, մակերևույթային և ծավալային արատներ: Եզրային, պտուտակային և տեղաշարժված դիսլոկացիաներ:

Բյուրեղացման գործընթացի թերմոդինամիկան: Բյուրեղների առաջացման և աճի մեխանիզմն ու կինետիկան: Առաջնային բյուրեղացում: Բյուրեղների ձևերը և ձուլուկի կառուցվածքը: Հալույթներից մոնոբյուրեղների ստացման եղանակները: Պինդ ֆազային (երկրորդային) բյուրեղացում:

Համաձուլվածքների ստացման տեսական հիմունքները

Համաձուլվածքների թերմոդինամիկան, հավասարակշռության պայմանները: Համակարգի, ֆազերի և կառուցվածքի սահմանումները: Մեխանիկական խառնուրդներ, պինդ լուծույթներ և քիմիական միացություններ առաջացնող համաձուլվածքներ (երկկոմպոնենտ համաձուլվածքների վիճակի դիագրամաներ):

Անսահմանափակ լուծելիությամբ կոմպոնենտներով, էվտեկտիկական, պերիտեկտիկական և մոնոտեկտիկական հավասարակշռությամբ, կոնգրուենտ և ոչ կոնգրուենտ ֆազերով կրկնակի և եռակի համակարգերի վիճակի դիագրամները: Վիճակի դիագրամների և համաձուլվածքների միջև եղած կապը (Կուռնակովի օրենքը):

Մետաղների պլաստիկ դեֆորմացիան, կոփումը և վերաբյուրեղացումը

Մետաղների պլաստիկ դեֆորմացիան և վերաբյուրեղացումը: Դեֆորմացիաների տեսությունը: Նյութերի լարվածադեֆորմացված վիճակների տեսակները: Առաձգական և պլաստիկ դեֆորմացիաներ: Պլաստիկ դեֆորմացիայի ազդեցությունը մետաղի կառուցվածքի և հատկությունների վրա: Դեֆորմացմամբ ամրացման ֆիզիկական էությունը: Մետաղների քայքայման դիսլոկացիոն մեխանիզմը: Տաքացման ազդեցությունը դեֆորմացված մետաղի կառուցվածքի և հատկությունների վրա: Վերադարձ, պոլիգոնացում, առաջնային և հավաքական վերաբյուրեղացում:

Մետաղների ջերմային մշակման տեսությունը

Պողպատի տաքացման և սառեցման ժամանակ դրա մեջ տեղի ունեցող ֆազային փոխակերպումները: Առատենիտային, պեռլիտային և մարտենսիտային փոխակերպումների մեխանիզմը և կինետիկան: Միջանկյալ (բեյնիտային) փոխակերպումներ: Մարտենսիտի և մնացորդային առատենիտի փոխակերպումը պողպատի արձակման դեպքում:

Կառուցվածքային փոխակերպությունները հնեցման դեպքում (Կլաստերներ, Գինյե-Պրեստոնի գոտիներ և մետաստաբիլ ֆազեր): Միջմետաղային գոյացումներ: Ամրացման բնույթը հնեցման դեպքում (կոհերենտ գոյացումների դերը), դիսպերս կարծրացում:

Մետաղների և համաձուլվածքների ջերմամեխանիկական մշակումը և կառուցվածքի ձևավորումը: Դինամիկ պոլիգոնացում և վերաբյուրեղացում:

Պինդ, հեղուկ և գազային միջավայրերում մետաղների և համաձուլվածքների ջերմաքիմիական մշակումը և դիֆուզիոն գործընթացները:

Մետաղների ջերմային մշակման տեխնոլոգիան

Ջերմային մշակման տեսակները: Պողպատի թրծման, նորմալացման, միսման (ծավալային և մակերևութային) և արձակման տեխնոլոգիական առանձնահատկությունները:

Պողպատի բարձր և ցածր ջերմաստիճանային ջերմամեխանիկական մշակումները:

Նյութերի ջերմաքիմիական մշակումը, ներառյալ մետաղապատումը: Ջերմամշակման դեպքում իրերում ներքին լարումների և դեֆորմացիաների առաջացման կանխումը: Նյութերի ջերմամշակման ժամանակ օգտագործվող սարքավորումները և չափիչ – ստուգիչ ապարատները:

2. ՆՅՈՒԹԵՐԻ ՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ

Նյութերի մեխանիկական հատկությունները

Նյութերի լարվածային վիճակի տեսակները՝ նորմալ, շոշափող, պայմանական և իրական լարումներ: Ամրության հատկություններ՝ նյութերի տեսական և իրական ամրությունը: Դիսլոկացիաների ազդեցությունը նյութերի ամրության վրա: Նյութերի ամրության բարձրացման մեթոդները:

Առաձգական և պլաստիկ դեֆորմացիաներ, առաձգականության մոդուլ, Պուասոնի գործակից, սահքի մոդուլ: Հարաբերական նեղացում, հարաբերական երկարացում, առաձգական հետազդեցություն, առաձգականության սահման, համեմատականության սահման, հոսունության սահման, ամրության սահման և դրանց որոշումը:

Նյութերի փխրուն և մածուցիկ քայքայման գնահատումը: Սառնաբեկունության երևույթը: Հարվածային մածուցիկության բնութագիրը:

Նյութերի հոգնածությունը, հոգնածության սահմանի որոշումը:

Սողքի երևույթը, երկարաժամկետ ամրություն և սողքի սահման:

Նյութերի մաշումը: Մաշման ֆիզիկական էությունը նյութերի շփման դեպքում, մաշման մեխանիզմը:

Մետաղների կարծրությունը: Կարծրության (ըստ Բրինելի, Ռոկվելլի, Վիկերսի) և միկրոկարծրության չափումը:

Նյութերի ֆիզիկական հատկությունները

Ջերմային հատկություններ, ջերմունակություն և դրա որոշման եղանակները: Պողպատներում ֆազային փոխակերպումների ուսումնասիրումը ջերմային անալիզի միջոցով: Համաձուլվածքների ջերմային հատկությունները:

Էլեկտրական հատկություններ՝ էլեկտրահաղորդականություն, էլեկտրադիմադրություն և դրանց որոշման եղանակները: Կոփման, վերաբյուրեղացման և թրծման ազդեցությունը էլեկտրական հատկությունների վրա: Պինդ լուծույթների, քիմիական միացությունների և հետերոգեն համաձուլվածքների էլեկտրական հատկությունները:

Մագնիսական հատկություններ՝ դիամագնիսականություն, պարամագնիսականություն, ֆերրոմագնիսականություն, ֆերրիմագնիսականություն և դրանց չափման եղանակները: Մետաղների և մետաղական ֆազերի մագնիսական հատկությունները: Թրծումը մագնիսական դաշտում: Ֆերրոմագնիսական համաձուլվածքների ֆազային և կառուցվածքային փոխակերպությունների հետազոտումը մագնիսական վերլուծության եղանակներով: Կյուրիի ջերմաստիճանը:

Նյութերի տեխնոլոգիական հատկությունները

Ձուլային հատկությունները՝ հեղուկահոսունություն, կծկվածք և կառուցվածքային անհամասեռություն (լիկվացիա):

Նյութերի կռելիությունը: Ջերմաստիճանի և խառնուրդների ազդեցությունը մետաղների և համաձուլվածքների կռելիության վրա:

Նյութերի եռակցելիությունը: Մետաղների և պլաստմասաների եռակցելիության տարբերիչ առանձնահատկությունները:

Նյութերի մշակելիությունը կտրմամբ: Նյութերի հատկությունների ազդեցությունը շրջատաշումով մշակելիության վրա:

Նյութերի քիմիական հատկությունները

Նյութերի ջերմակայունությունը, կրակակայունությունը, կոռոզիակայունությունը և դրանց որոշման եղանակները: Նյութերի քիմիական հատկությունների բարելավման ուղիները:

3. ԱՐԴՅՈՒՆԱԲԵՐՈՒԹՅԱՆ ՄԵՋ ԿԻՐԱՌՎՈՂ ՆՅՈՒԹԵՐԸ

Թուջեր

Թուջերի դասակարգումը և մակնիշավորումը: Գորշ, կոեյի և բարձրամուրթուջերի կառուցվածքային առանձնահատկությունները: Թուջերի հատկությունները և կիրառման բնագավառները:

Կոնստրուկցիոն պողպատներ

Ածխածնային պողպատներ, դասակարգումը և մակնիշավորումը: Խառնուրդների ազդեցությունը ածխածնային պողպատների կառուցվածքի և հատկությունների վրա: Սովորական որակի և որակյալ ածխածնային պողպատներ: Ածխածնային պողպատների ջերմային մշակումը:

Լեգիրված պողպատներ, դասակարգումը և մակնիշավորումը: Լեգիրող տարրերի ազդեցությունը պողպատների ֆազային փոխակերպումների, կառուցվածքի և հատկությունների վրա: Լեգիրված պողպատների ջերմային մշակումը և կիրառման բնագավառները:

Մարտենսիտա-հնացող պողպատներ, բաղադրության և ջերմային մշակման պարամետրերի ազդեցությունը պողպատի ամրության և մածուցիկության վրա:

Հատուկ ֆիզիկական հատկություններով պողպատներ և համաձուլվածքներ

Կրակամուր, կրակակայուն և կոռոզիակայուն պողպատներ և համաձուլվածքներ: Պեռլիտային և մարտենսիտային դասի կրակամուր պողպատներ: Կարբիդներով և միջմետաղական ֆազերով ամրացվող աուստենիտային դասի պողպատներ: Նիկելի հիմքով կրակամուր համաձուլվածքներ:

Քրոմային չժանգոտվող պողպատներ: Քրոմ-նիկելային աուստենիտային պողպատներ: Բարձր լեգիրված թթվակայուն պողպատներ: Կրակակայուն և կիզակայուն պողպատներ:

Մագնիսական նյութեր, դրանց ներկայացվող պահանջները: Մագնիսափափուկ և մագնիսակարծր նյութեր: Էլեկտրատեխնիկական պողպատներ հաստատուն և փոփոխական դաշտերում աշխատելու համար:

Գործիքային պողպատներ

Ածխածնային և լեգիրված պողպատներ կտրող և չափող գործիքների համար: Դրոշմիչային պողպատներ տաք և սառը դրոշմման համար: Գործիքային պողպատներին ներկայացվող պահանջները: Լեգիրման ընդհանուր սկզբունքները, լեգիրված պողպատների մակնիշավորումը: Լեգիրված պողպատների ջերմային մշակման առանձնահատկությունները: Գործիքային պողպատների դասակարգումը և մակնիշավորումը:

Գունավոր մետաղները և դրանց համաձուլվածքները

Պղինձը, դրա համաձուլվածքները (արույր, բրոնզ) և մակնիշավորումը: «Պղինձ-նիկել» համաձուլվածքները, դրանց վիճակի դիագրամը, կառուցվածքները, հատկությունները և կիրառման բնագավառները:

Ալյումինի և մագնեզիումի համաձուլվածքները: «Ալյումին-մագնեզիում» վիճակի դիագրամը: Ձուլվող և դեֆորմացվող համաձուլվածքները, մակնիշավորումը, ջերմային մշակման առանձնահատկությունները, կիրառման բնագավառները:

Տիտանը, դրա համաձուլվածքները և մակնիշավորումը: «Տիտան-ալյումինիում» համաձուլվածքները, դրանց վիճակի դիագրամը, կառուցվածքները, հատկությունները և կիրառման բնագավառները:

Վոլֆրամը, մոլիբդենը, դրանց հիման վրա դժվարահալ միացությունները, վիճակի դիագրամները և կիրառման բնագավառները:

Վանադիումը, քրոմը, դրանց հիման վրա դժվարահալ միացությունները, դասակարգումը, մակնիշավորումը և կիրառման բնագավառները:

Հազվագյուտ հողերի մետաղները, դրանց ներկայացվող պահանջները, հատկությունները և կիրաման բնագավառները:

Մետաղակերամիկական նյութեր

Մետաղական փոշիներ: Մետաղափոշիների ֆիզիկական և տեխնոլոգիական հատկությունները, դրանց ներկայացվող պահանջները:

Ծակոտկեն նյութեր: Մետաղական զտիչներ, ընդհանուր բնութագրերը և հիմնական հատկությունները:

Կոնստրուկցիոն փոշենյութեր, կոմպակտավորման մեթոդները և ջերմամշակման առանձնահատկությունները:

Շփական նյութեր արգելակման համակարգերի համար: Շփական նյութերի ստեղծման սկզբունքները և ստացման տեխնոլոգիական առանձնահատկությունները:

Հակաշփական նյութեր սահքի առանցքակալների համար: Հակաշփական նյութերի ստեղծման սկզբունքները և պահանջվող հատկությունները:

Մագնիսական նյութեր: Մագնիսափափուկ և մագնիսակարծր նյութեր՝ բաղադրությունը, կառուցվածքը, հատկությունները և կիրառության բնագավառները: Ֆերիտներ, ստացման տեխնոլոգիական առանձնահատկությունները, կառուցվածքը և հատկությունները:

Դժվարահալ միացություններ և ստացման մեթոդները: Նիտրիդների, կարբիդների, բորիդների, սիլիցիդների, հիդրիդների, խալկոգենիդների ընդհանուր բնութագրերը, էլեկտրոնային և բյուրեղային կառուցվածքը, միջատոմային կապերի բնույթը: Դժվարահալ միացությունների ֆիզիկաքիմիական հատկությունները: Դժվարահալ միացությունների դասակարգումը ըստ տեսակների և կիրառման բնագավառների:

Դժվարահալ միացությունների հիման վրա ստացվող նյութեր (կերամիկամետաղական նյութեր-կերմետներ): Ֆազերի թերմոդինամիկական համատեղությունը: Օքսիդների, նիտրիդների, կարբիդների և բորիդների հի-

ման վրա կերմետների ստացման տեխնոլոգիան: Կերմետների կիրառման բնագավառները:

Կոմպոզիտային նյութեր

Կարծր համաձուլվածքներ: Վոլֆրամ-կոբալտային և տիտան-կոբալտային համաձուլվածքների ստացման տեխնոլոգիական առանձնահատկությունները: Կարծր համաձուլվածքների կառուցվածքը, հատկությունները և կիրառման բնագավառները:

Գերկարծր նյութեր: Բնական և սինթետիկ ավաաստներ, բորի խորանարդային նիտրիդ: Ավաաստների և գերկարծր միացությունների սինթեզը: Օրգանական, կերամիկական և մետաղական կապակցիչների հիման վրա գերկարծր նյութերի կոմպոզիտներ՝ կառուցվածքը, հատկությունները և կիրառման բնագավառները:

Դիսպերս ամրացվող նյութեր: Պլաստիկ դեֆորմացիային դիմադրելու ունակության բարձրացման մեխանիզմը և կոմպոզիտների ամրացումը դժվարահալ մասնիկներով: Ամրացնող մասնիկների ընտրման հիմնական սկզբունքները: Մեխանիկական հատկությունների կախվածությունը մասնիկների չափերից և դրանց միջև եղած հեռավորությունից: Դիսպերս ամրացող կոմպոզիտների տարբերությունը դիսպերս կարծրացող համաձուլվածքներից՝ դրանց բաղադրությունները և ստացման տեխնոլոգիան: Ալյումինի, պղնձի, երկաթի, նիկելի և դժվարահալ մետաղների հիմքով դիսպերս ամրացվող նյութեր:

Բազմաշերտ կոմպոզիտներ, դրանց մեխանիկական հատկությունները ստատիկ և դինամիկ բեռնավորումների դեպքում: Հատկությունների կախվածությունը շերտերի երկրաչափական բնութագրերից, քանակից և դարսման հաջորդականությունից: Շերտերի միջև բաժանման մակերևույթների վիճակի ազդեցությունը կոմպոզիտի հատկությունների վրա: Բազմաշերտ կոմպոզիտների ստացման տեխնոլոգիան և կիրառման բնագավառները:

Թելքերով ամրանավորված նյութեր (թելքավոր կոմպոզիտներ): Թելքեր և թելքաձև միաբյուրեղներ՝ թելքերին և մայրակներին ներկայացվող պահանջները: Թելքաձև միաբյուրեղների ստացման եղանակները և դրանց հատկությունները: Ածխածնի, բորի, սիլիցիումի կարբիդի, ալյումինի օքսիդի և երկաթի թելքերի հիման վրա կոմպոզիտների ստացման տեխնոլոգիաները: Ամրանավորված նյութերի հատկությունները: Հատկությունների անիզոտրոպությունը, առաձգականության մոդուլը: Ամրության կախվածությունը թելքի և մայրակի համատեղությունից: Թելքի կրիտիկական երկարությունը և ծավալային պարունակությունը: Ամրության կախվածությունը թելքի երկարությունից և տրամագծից: Թելքերով ամրանավորված նյութերի դեֆորմացման և քայքայման մեխանիզմը:

Ոչ մետաղական նյութեր

Պոլիմերներ: Պոլիմերների ստացման եղանակները: Պոլիմերների մակրոմոլեկուլների կառուցվածքը: Պոլիմերների ֆազային և ֆիզիկական վիճակը: Պոլիմերների կառուցվածքը և ամրությունը: Պոլիմերների ֆիզիկամեխանիկական հատկությունները և դրանց որոշման մեթոդները: Պոլիմերների հնացումը և կայունացումը: Պոլիմերային նյութերի դասակարգումը և դրանց կիրառման բնագավառները:

Պլաստմասաներ ջերմապլաստիկ և ջերմառեակտիվ պոլիմերների հիման վրա: Լցանյութեր, պնդարարներ, պլաստիկարարներ, կատալիզատորներ, ջերմակայունացուցիչներ, լուսակայունացուցիչներ, գունանյութեր և արգելակիչներ պլաստմասաների ստացման համար:

Շինվածքների ստացումը պլաստմասաների վերամշակման մեթոդներով՝ արտամղում, ձուլում ճնշման տակ, մամլում, վակուում-ձևավորում: Պլաստմասաների դասակարգումը և դրանց կիրառման բնագավառները:

Կիսահաղորդչային նյութեր: Ստացման մեթոդները: Ֆիզիկամեխանիկական հատկությունները: Դասակարգումը և մակնիշավորումը: Կիսահաղորդչային նյութերի կիրառությունները:

Ապակի և սիտալներ, դրանց կառուցվածքը և հատկությունները: Դրանցից առարկաների պատրաստման տեխնոլոգիան և կիրառման բնագավառները:

Տեխնիկական կերամիկա: Ստացման տեխնոլոգիան, կառուցվածքը և հատկությունները, կիրառման բնագավառները:

Լաքաներկային և սոսնձող նյութեր: Լաքաներկային նյութերի դասակարգումը: Ծածկութապատման տեխնոլոգիան: Սոսինձների բաղադրությունը, դասակարգումը և կիրառման բնագավառները:

Ռետինանյութեր: Ռետինանյութերի բաղադրությունը, դասակարգումը և կիրառման բնագավառները:

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

1. Աղբալյան Ս.Գ. Բյուրեղագրություն և մետաղների բյուրեղային ցանցի արատներ: Ուսումնական ձեռնարկ. – Եր.: - ՀՊՃՀ, 2005.- 190 էջ:
2. Աղբալյան Ս.Գ., Աբոյան Ա.Հ., Պետրոսյան Ա.Ա. Մետաղների ֆիզիկա և դրանց ֆիզիկական հատկությունները: Ուսումնական ձեռնարկ.- Երևան: Ճարտարագգետ, 2008.- 385 էջ:
3. Սալտիկով Ս.Ա., Մամյան Ս.Գ. Նյութագիտություն. –Երևան: Լույս, 1976. - 356 էջ:
4. Лахтин Ю. М. Материаловедение: учеб. для студентов вузов /Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. – 3-е изд. перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1990.– 528 с.
5. Кушнер В. С. Материаловедение: учеб. для студентов вузов. / В. С. Кушнер, А. Г. Верещака, Д. А. Негров, О. Ю. Бургонова – Омск: ОмГТУ, 2008. – 224 с.
6. Арзамасов Б. Н. Материаловедение: учеб. для студентов вузов. / Б. Н. Арзамасов и др.– 3-е изд. перераб. и доп. – М.: МВТУ им. Н. Э. Баумана, 2001. – 734 с.

7. Материаловедение / Под. общ. ред. Б.Н. Арзамасова, Г.Г. Мухина. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2003.- 734 с.
8. Колачев Б.А., Ливанов Б.А., Елагин В.И. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. – М.: МИСИС, 2005.
9. Աղբալյան Ս.Գ., Պետրոսյան Ա.Ա. Մետաղագրություն: Ուսումնական ձեռնարկ, առաջին մաս. - Երևան: Ճարտարագետ, 2011. - 280 էջ:
10. Աղբալյան Ս.Գ., Պետրոսյան Ա.Ա. Մետաղագրություն: Ուսումնական ձեռնարկ, երկրորդ մաս.- Երևան: Ճարտարագետ, 2015. - 192 էջ:
11. Աղբալյան Ս.Գ., Սալտիկովա Եվ.Ս. Հատուկ պողպատներ և համաձուլվածքներ: Ուսումնական ձեռնարկ. - Երևան: Ճարտարագետ, 2003.- 260 էջ:
12. Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов.- М.: Металлургия, 1988.- 405 с.
13. Лахтин Ю.М., Арзамасов Б.Н. Химико-термическая обработка металлов: учеб. пособие. – М.: Металлургия, 1986.-252 с.
14. Гольдштейн М.И., Грачёв С.В., Векслер Ю.Г. Специальные стали - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: МИСИС, 1999. - 408с.
15. Захаров А.М. Диаграммы состояния двойных и тройных систем.- М.: Металлургия, 1978.- 292 с.
16. Yitzhak Mastai. Materials Science: Advanced Topics.- Publisher: InTech 2013.- Number of pages: 549.
17. Taher Ghrib. New Tribological Ways.- Publisher: InTech 2011.- Number of pages: 498.
18. Amimul Ahsan. Convection and Conduction Heat Transfer.- Publisher: InTech 2011.- Number of pages: 394.
19. Պողոսյան Ա.Կ. Շփագիտության հիմունքներ. Եր.. Լոյս, 1994.296 էջ:
20. Анциферов В.Н., Бобров Г.В. Порошковая металлургия и напыленные покрытия. – М.: Металлургия, 1987. – 792 с.
21. Սարգսյան Լ.Ե.: Փոշեմետալուրգիական գործընթացների տեսական հիմունքներ: Ուսումնական ձեռնարկ.- Երևան: Ճարտարագետ, 2007.- 198 էջ:
22. Федорченко И.М., Пугина Л.И. Композиционные спеченные антифрикционные материалы. -Киев: Наукова думка, 1980. - 404с.
23. Композиционные материалы волокнистого строения / Под ред. И.Н. Францевича и Д.М. Карпиноса. - Киев: Наукова думка, 1970. - 403 с.

24. Конструкционные пластмассы и полимерные композиционные материалы: учеб. пособие / Ю.К. Машков, М.Ю. Байбарацкая, Б.В. Григорьевский. – Омск : ОмГТУ, 2002.– 130 с.
25. Durand-Charre Madeleine. Microstructure of Steels and Cast Irons. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2003. - 419 p.
26. Hosford W.F. Mechanical Behavior of Materials. Cambridge University Press, 2005. - 425 p.
27. Öchsner A., Altenbach H. (Eds.) Properties and Characterization of Modern Materials. Springer Science Business Media, Singapore, 2017. - 450 p.
28. Hosford W.H. Physical Metallurgy. 2nd Edition. - Taylor & Francis Group, 2010. - 428 p.
29. Neumann G., Tuijn C. Self-Diffusion and Impurity Diffusion in Pure Metals: Handbook of Experimental Data. Amsterdam: Elsevier, 2009. - 349 p.
30. Campbell F.C. (Editor). Phase Diagrams: Understanding the Basics. ASM International, 2012. -462 p.
31. Beeley P.R., Smart R.F. Investment Casting. Maney Materials Science. 1995 - 496 p.
32. William D. Callister, David G. Rethwisch. Materials Science and Engineering: An Introduction 9th Edition. 2014.– 964 p.