

PhD докторант Қожа Еркіннің
6D071000 «Материалтану және жаңа материалдар технологиясы» мамандығы
бойынша Философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алу үшін

«Электролиттік-плазмалық өңдеу әдісінің көмегімен металл қорытпаларының бетінде керамикалық қорғаушы қабаттар алу» атты тақырыпта орындалған диссертациялық жұмысының

АНДАТПА

Жұмыстың мақсаты: Мұнай қондырғысы бөлшектерінің жауапты бөлімдерінің беттік қабатының беріктігін және үйкеліске төзімділігін арттыру үшін тиімділігі жоғары, электр энергия шығыны аз және экологиялық таза электролиттік-плазмалық өңдеу технологиясын жасау, аз легіріленген болаттың және алюминий қорытпаларының фазалық құрамын, қасиеттері мен құрылысын зерттеу.

Зерттеу мәселелері:

–Түсті және қара металдар мен олардың негізіндегі қорытпаларды электролиттік-плазмалық өңдеуге арналған жаңа лабораториялық ЭПӨ қондырғысын жасау;

–Электролиттік-плазмалық өңдеу режимдеріне байланысты аз легіріленген болаттардың, алюминий қорытпаларының беттік қабаттарының құрылысы мен фазалық құрамының қалыптасу ерекшеліктерін зерттеу;

–Мұнай өндіруде қолданылатын қондырғылардың 20Х болатынан жасалған бөлшектерінің беткі қабаттарының механикалық көрсеткіштерінің олардың фазалық құрамы мен құрылысына байланыстылығын зерттеу;

–Электролиттік-плазмалық өңдеуден өткен, беріктігі жоғары мұнай қондырғысы бөлшектерін жасаудың технологиялық жобасын жасау.

Зерттеу әдістері: 20Х болатынан жасалған мұнай қондырғысы бөлшектерінің механикалық беріктілігі, қаттылығы мен үйкеліске төзімділігіне беткі қабатының фазалық құрамы мен құрылымының әсерін зерттеу үшін алдымен олар электролиттік-плазмалық өңдеуден өткізіледі. Қорытпа үлгілерінің микро қаттылығын өлшеу МЕСТ 9450-76 стандартына сәйкес ПМТ-3 қондырғының көмегімен жүргізілді. Құрылысының жалпы сипатын зерттеу үшін, «Sony» және «МИМ-7» сандық фотокамералары бар «Axioscop -2MAT» оптикалық микроскоптары қолданылды. Электролитті плазмада өңделген үлгінің элементтік құрамы INCAEnergy фирмасы «OXFORD Instruments» энергодисперсті микроанализді қосымшасы бар JSM- 6390LV – фирмасы JEOL (Жапония) растрлы электронды микроскобында зерттелді.

Сапалы және көлемді болат үлгілерінің құрылымдық фазалық талдауларын Cu-K сәулеленуін қолдана отырып, «X'Pert PRO» фирмасының «PANalytical» дифрактометрінде жүргізді.

Қорғауға шығарылатын негізгі зерттеу нәтижелері:

–Түсті және қара металдар мен олардың негізіндегі қорытпаларды электролиттік-плазмалық өңдеуге арналған өндірістік лабораториялық қондырғы;

–Азлегіріленген болаттардан жасалған бөлшектерді электролитті-

плазмалы өңдеу кезіндегі беткі қабаттарда болатын фазалық және құрылымдық өзгерістерді зерттеу нәтижелері;

–Электролиттік-плазмалық өңдеу кезінде беттік қабаттардың модификациялануы мен легіріленуі нәтижесінде бұрғы инструменттерінің қабаттарының үйкеліске төзімділігі мен қаттылығының арту механизмдері; электролитті-плазмалық өңдеу режимдеріне байланысты модификацияланған беткі қабат сапасының параметрлерін болжау мүмкіндіктері;

–20X маркалы азкөміртекті легіріленген болатты электролитті-плазмалық өңдеу кезінде жүретін құрылымдық-фазалық өзгерістерді математикалық модельдеу нәтижесі;

– Бұрғы инструментін жасауға арналған болаттарды электролиттік-плазмалық өңдеу кезінде беткі қабат температурасының (Т), қыздыру уақытына (t), токкереуінің шамасына (U) және өңделген қабаттың қалңдығына (x) байланысты өзгеру моделі: $T=4,5 \cdot x \cdot t^2+4,8 \cdot U-18 \cdot t^2=(4,5 \cdot x-18) \cdot t^2+4,8 \cdot U$;

–Азкөміртекті легіріленген бұрғы инструменті болатының термоциклдық электролиттік-плазмалық өңдеу технологиясы;

Негізгі зерттеу нәтижелері. Диссертациялық жұмыс аз көміртекті легіріленген болаттар мен алюминий қорытпасынан жасалған тау-кен құрылғылары бөлшектерін термоциклды электролиттік-плазмалық өңдеудің оптимал режимдерін анықтауға және өңдеу технологиясын жасауға арналған.

Жұмыс барысында теориялық және қазіргі заманғы тәжірибелік әдістерді (металлографиялық, растрлы электронды-микроскопиялық және рентген-құрылымдық талдау, сонымен бірге металл қорытпаларының механикалық қасиеттерін, үйкеліске төзімділігін зерттеу әдістерін) қолдана отырып, электролитті-плазмалық өңдеу (ЭПӨ) кезінде металдың бетінде керамикалық қорғаушы қабаттар құрылу ерекшеліктері зерттелді. ЭПӨ кезінде металдың беттік қабатын арнайы легірлеуге және модификациялауға болатыны көрсетілді.

Ғылыми зерттеулер нәтижесінде құрылғы бөлшектерін электролитті-плазмалық өңдеудің тиімді режимдері анықталды. Тау-кен қондырғылары бөлшектері үшін, еңбек және электр шығындарын аз талап ететін және экологиялық таза, электролиттік-плазмалық өңдеу технологиясын өндіріске енгізу тиімді екені техникалық-экономикалық тұрғыдан дәлелденді

Алынған нәтижелердің жаңалығы мен маңыздылығы. Ұсынылып отырылған ЭПӨ технологиясы қолданыстағы ХТӨ технологиясымен салыстырғанда бөлшектердің үйкеліске төзімділігі мен қаттылығын арттыруға мүмкіндік береді. Оның негізгі артықшылықтары:

–ЭПӨ нәтижесінде негізгі металл матрицасы деформацияланбайды; беттік қабат көміртексіденбейді (қолданудағы цементациялау және шынықтыру операцияларындағыдай емес); металдың формасы өзгермейді, термиялық жарықтар пайда болмайды;

–ЭПӨ, тиімділігі және энергиялық үнемділігі жоғары, экологиялық тұрғыдан таза технология болып табылады;

– Бұйымның ішкі беткі қабаттары мен қуыстарының күрделі профилін ЭПӨ арқылы беріктендіруге болады; өңдеу үшін бұйымның беткі қабатын арнайы дайындау керек емес;

–Электролиттік-плазмалық өңдеу тиімділігі жоғары, экологиялық

тұрғыдан таза, қауіпсіз технология; арнайы тазалаушы жабдықтар қолдану, калдықтарды заласыздандыру шаралары қажет емес;

–Электролиттік-плазмалық өңдеу еңбек және энергия қуатын үнемдеуге мүмкіндік береді;

–Өнімнің өзіндік құнын елеулі дәрежеде төмендетуге, оның сапасын арттыруға мүмкіндік береді; өндіріс және құрастыру жұмыстарын автоматтандыру оңай болады.

Практикалық маңыздылығы. Отандық шикізаттардан жаңаматериалдар және олардан дайын бұйымдар алудың тиімділігі жоғары технологияларын жасауға бағытталған ғылыми зерттеулер Қазақстан Республикасының инновациялық-индустриалды дамуының өзекті мәселесі болып табылады.

Даяр бұйымдар жасауға қолданылатын қорытпаларды легірлеу және модификациялау, немесе олардың беткі қабатын өңдеудің жаңа прогрессивтік технологиялары, машина және механизмдер бөлшектерінің сенімділігін мен ұзаққа төзімділігін арттыру бағытында өзекті мәселелерді шешуге мүмкіндік береді.

Бұл, машина бөлшектерінің сапасын жоғарылатуға талапты күшейту, беттік қабаттардың фазалық құрамы мен құрылысына әсер ететін жаңа әдістерді табуға ынталандырады. Атап айтқанда, қазіргі кезде бөлшектің беткі қабатына жоғары концентрацияланған энергиямен әсер ету әдісі кең қолданыс тапқан. Олардың ішінде экологиялық тұрғыдан таза, ең тиімді, энергия үнемдеуші электролиттік-плазмалық өңдеу (ЭПӨ) әдісі болып табылады. ЭПӨ кезінде жоғары температуралық плазмада пайда болатын элементтердің иондық электр разрядының әсер ету нәтижесінде жұқа беттік қабаттың фазалық құрамы мен құрылысында терең өзгерістер орын алады. Осының нәтижесінде бөлшектердің үйкеліске төзімділігі мен қаттылығы артады.

Диссертациялық жұмыста зерттеу үшін АҚ «Өскемен өндірістік арматура» заводынан «колонна жабдықтарының» бөлшектері таңдалынып алынды. Қазіргі уақытта АҚ «Өскемен өндірістік арматура » заводында 20Х болатынан жасалған бөлшектер жұмысының ұзақ мерзімділігі, абразивті және соққы-абразивті үйкеліске төзімділігі газды цементация және одан кейінгі шынықтырумен қамтамасыз етілген. Мұндай бөлшектерді өңдеу технологиясының негізгі кемшіліктері: азкөміртекті болат бұйымдардың жұмыс барысында формасының өзгеруі, морттығы артып, термиялық жарықтардың пайда болуы, аса көп еңбек және энергия шығындарын қажет етуі. Сондықтан мұндай қондырғыларға қатысты бөлшектер үшін электролитті-плазмалық өңдеу технологиясын қолдану аса өзекті мәселе болып табылады.

Ғылымның даму бағытына немесе мемлекеттік бағдарламаларына сәйкестігі:

–Электролиттік-плазмалық өңдеу (ЭПӨ) режиміне байланысты аз легірленген болаттардың үлгілерінің беткі қабаттарының құрылымы мен фазалық құрамы, олардың өзгеру заңдылықтары теориялық тұрғыдан және тәжірибе жүзінде зерттелді;

–Диссертациялық жұмыста ЭПӨ – ден өткен азкөміртекті және аз легірленген болаттардың беткі қабаттарының құрылысы екі бөліктен тұратыны көрсетілген. Болаттардың бетінде алдымен қалыңдығы шамамен 100 мкм болатын, құрылысы айқын көрінбейтін, ЭПӨ-дің әсерінен физика- химиялық

тұрғыдан айрықша өзгерген (легіріленген, шыныққан т.б) қабат пайда болады. Оның астында мартенситтік қабат құралады. Одан соң, ол бірте-бірте негізгі феррит-перлиттік құрылысқа өтеді. Фазалық құрамы, құрылысы және қасиеттері өзгерген беткі қабаттың жалпы қалыңдығы 1000- 1700 МПа жетеді;

–Өңдеу кезінде болаттың беткі қабатының құрылысы мен қасиеттерінің өзгеру механизмі анықталды; кальцилендірілген соданың (Na_2CO_3) судағы ерітіндісі арқылы электр тоғын өткізгенде, электр-газдық разрядтың нәтижесінде плазма пайда болады. Жоғары температуралық плазманың құрамында пайда болатын көміртегі иондары болаттың беткі қабатына диффузиялық жолмен еніп, карбидтік фазалар құрады;

–Құйма 20X болатының беткі қабатында, ЭПӨ-ның әсерінен, Fe, $\text{Cr}_{0,6}$ $\text{Fe}_{1,4}$ және $\text{Fe}_{2,7}$ $\text{C}_{0,8}$ $\text{Ni}_{0,1}$ –химиялық қосылыстар негізіндегі а – фазалар құрылады. Сонымен бірге электролитті-плазмалық өңдеуден кейін болаттардың құрылымында, жоғарыда аталған фазалардан басқа, болаттың үйкеліске төзімділігі мен беттік беріктігін қатты жоғарылататын, қалдық цементит Fe_3C пайда болады;

–ЭПӨ кезіндегі болаттың беткі қабатының сапасына әсер ететін негізгі факторлар: ток кернеуі, қыздыру және шынықтыру уақыты; қыздыру температурасының ток кернеуіне, қыздыру және суыту уақытына тәуелділігі анықталды: $T = 4,5xt_{\text{кыз.}}^2 + 4,8xU - 18xt_{\text{суыт.}}$;

–Шынықтырылған қабаттың қалыңдығы мен қаттылығының ЭПӨ-дің режимдеріне байланыстылығы анықталды; 20X болатының электролитті плазмалық өндегеннен кейінгі қаттылығы және олардың абразивті үйкеліске төзімділігі бастапқы шамаларына қарағанда 2 есе жоғары болатындығы анықталған.

Ұсынылып отырылған ЭПӨ технологиясы қолданыстағы ХТӨ технологиясымен салыстырғанда бөлшектердің үйкеліске төзімділігі мен қаттылығын арттыруға мүмкіндік береді. Оның негізгі артықшылықтары:

–ЭПӨ нәтижесінде негізгі металл матрицасы деформацияланбайды; беттік қабат көміртексізденбейді (қолданудағы цементациялау және шынықтыру операцияларындағыдай емес); металлдың формасы өзгермейді, термиялық жарықтар пайда болмайды;

–ЭПӨ, тиімділігі және энергиялық үнемділігі жоғары, экологиялық тұрғыдан таза технология болып табылады;

–Бұйымның ішкі беткі қабаттары мен қуыстарының күрделі профилін ЭПӨ арқылы беріктендіруге болады; өңдеу үшін бұйымның беткі қабатын арнайы дайындау керек емес;

–Электролитті-плазмалық өңдеу тиімділігі жоғары, экологиялық тұрғыдан таза, қауіпсіз технология; арнайы тазалаушы жабдықтар қолдану, қалдықтарды заласыздандыру шаралары қажет емес;

–Электролитті-плазмалық өңдеу еңбек және энергия қуатын үнемдеуге мүмкіндік береді;

–Өнімнің өзіндік құнын елеулі дәрежеде төмендетуге, оның сапасын арттыруға мүмкіндік береді; өндіріс және құрастыру жұмыстарын автоматтандыру оңай болады.

Жұмыстың нәтижелерін іс жүзінде пайдалану. Диссертациялық жұмыс нәтижелері КазҰТЗУ-нің ЖШС “ALAKOL -PLANT” білескен №277

ғылыми коммерциялық жобасында өдіріске енгізлуде. Сонымен бірге, зерттеу нәтижелері «Өскемен өндірістік арматура заводы» өндіріске енгізуге ұсынылған және Д.Серікбаев атындағы Шығыс қазақстан мемлекеттік университетінде оқу процесінде қолданылады.

Әрбір мақалаға докторанттың қосқан жеке үлесі. Ғылыми міндеттерді қою және оларды шешу жодарын анықтау; теориялық және тәжрибелік зерттеулерді жүргізу; зерттеу нәтижелерін жазып, қортындылау.

Ғылыми мақалалары. Диссертация тақырыбы бойынша ғылыми еңбек жарық көрді, оның ішінде. ҚР БжҒМ «Білім беру және ғылым саласындағы бақлау комитеті» ұсынған басылымдарда жарияланған.

Жұмыстың құрлысы және көлемі. Диссертациялық жұмыс кірспеден, 4 бөлімнен, жалпы қортындыдан, 113 пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Диссертация көлемі 109 беттен, 30 кестеден, 54 суреттен, және 4 қосымшадан тұрады.