

Е.Б.Калиев¹, М.А.Жуманов², Б.Т.Копенов¹, Г.Т.Найманова¹, К.Шалбаев³

¹Логистика және көлік академиясы, Алматы, Қазақстан,

² Әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

³Satbayev University, Алматы, Қазақстан

E-mail: kaliyev.ye@mail.ru

ЖОҒАРЫ ЖЫЛДАМДЫҚТЫ ГАЗ ЖАЛЫНДЫ ТОЗАҢДЫ БҮРКУДІҢ ЗАМАНАУИ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

Аңдатпа. Мақалада абразивті тозу кезінде машина бөлшектерінің беткі қабатын нығайту үшін жоғарғы жылдамдықты газ-жалынды тозаң бүрку технологиясын қолдану, абразивті тозу жайлы белгілі идеяларды талдап, жабын жасаудың тиімді әдісі мен материалдарын таңдауды негіздеу мәселесі дәйекті көрсетілген.

Жоғарғы жылдамдықты газ-жалынды тозаң бүрку арқылы Fe-C-Cr-Ti жүйесінің сымды ұнтақтарынан жоғары сапалы жабын қабаттарын алу технологиясын жасау, бүрку үрдісінің оңтайлы параметрлерін теориялы жолмен анықтау баяндалған.

Сондай-ақ, машина бөлшектерінің сыртқы қабатын сапалы жабынмен қаптау уақытында екі фазалық ағынның математикалық моделін пайдалана отырып, оптималды бүрку үрдісінде алынған гетерофазиялық ағын сипаттамаларын есептеулер негізінде бағалай келе, жоғары жылдамдықты газ-жалынды тозаңды бүрку әдісін дұрыс таңдаған.

Жабындарды қалыптастыру үрдісі негізінен тозаң бөлшектерін қыздыру, тозаңды бүрку және қаптау үрдісіндегі күйімен анықталатынын айта келе, жартылай қатайған және тіпті қатты бөлшектер, әсіресе түпкі ағын аймағында, шашу бетіне жақын жерінде пайда болып, микротамшылы және бу фракциялары газ ағынымен әрекеттесіп, жабын қабатына ене алатын әртүрлі сапалы қатты қосылыстар түзе алатындығын орынды түрде баяндалған.

Жоғары жылдамдықты газ-жалынды тозаңды бүрку мақсатында пайдаланылатын көмірсутектердің ішінде МАФ (Метилацетилен-аллен фракциясы) газын пайдалану кезінде жалын отынының ең жоғары температурасына қол жеткізілетіні атап көрсетілен. Оған толық сипаттама беріліп, жасалған тәжірибелердің нәтижелері теория жүзінде дәйекті баяндалған. МАФ газы - бұл изобутан, изобутилен, пропан, пропилен, бутадиен және басқа да көмірсутектердің қауіпсіздігі мақсатында жасақталған метилацетилен мен аллен (пропадиен) қоспасы екендігі айтылған.

Түйінді сөздер. Газотермиялық, абразивті өңдеу, газодинамикалық, балқымалау, тозаңдату, тұтқырлық, дисперция.

Кіріспе.

Соңғы кездері жоғары жылдамдықты газ-жалынды тозаңды бүрку жабдықтары нарықта кеңінен таралуда. Бірақ, олардың көпшілігі қаптау (жабынды) материал ретінде тек ұнтақты материалдарды пайдалануды қарастырады. Сондай-ақ, тозуға төзімді жабынның есебінде вольфрам карбидіне негізделген қатты қорытпалардың ұнтақтары қарастырылған. Қымбат жабын ұнтақтарын пайдалану жабынның онсыз да қымбат құнын одан да әрі арттырады. Азлегірленген темірдің қорытпаларының негізінде жасалған арзан отандық сым ұнтақтарын қолдану тозуға төзімділіктің қанағаттанарлық деңгейі мен жабынның бағасын едәуір төмендетеді.

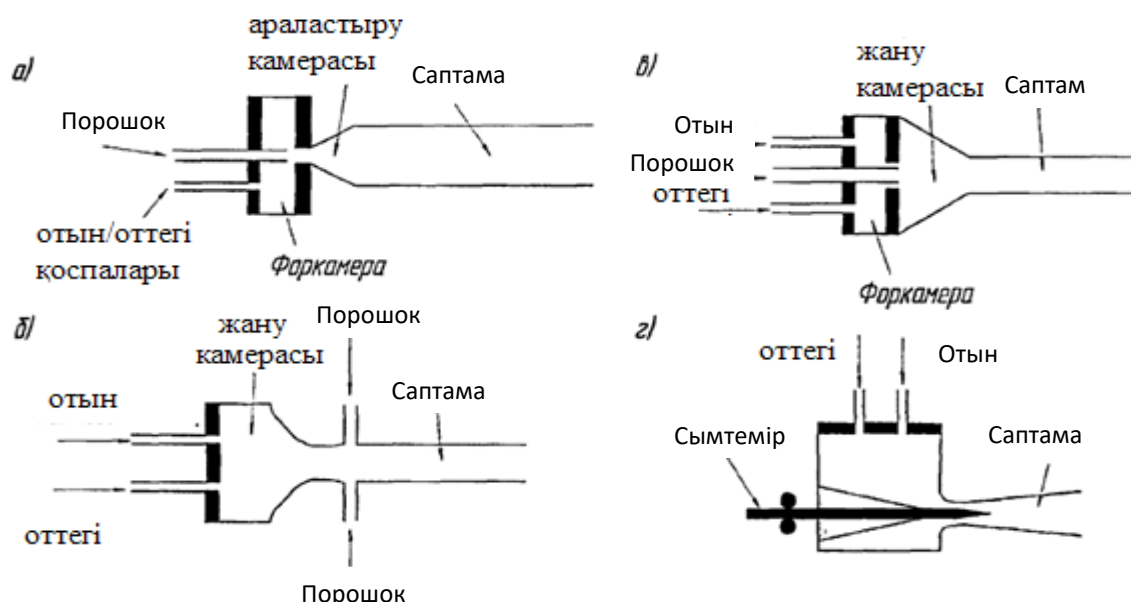
Газотермиялық жабындардың сапалы болуына сыртқы қабатын алдын-ала дайындау айтарлықтай әсер етеді. Сыртқы қабатты дайындаудың қолданыстағы дәстүрлі

тәсілдері (реактивті абразивті өңдеу, жыртылған жіптерді кесу және т.б.) үнемі тиімді бола бермейді немесе оларды кей жағдайларда пайдалану көптеген қиындықтарды тудырады. Сондықтан, газотермиялық тозаңды бүрку алдында сыртқы қабатты алдын-ала дайындау ретінде электрлі ұшқынмен легірілеу (ЭҰЛ) тәсілін қолдану бағытын кеңейту мүмкіндігі аса зор қызығушылық тудырады.

Материалдар мен тәсілдер.

Газ-жалынының жоғары жылдамдығын (дыбыстан да жоғары) жану камерасында жану өнімдерінің, әдетте, жұмсалатын жану материалдарының үлкен шығындарының (50-640 л/мин отын, 210-900 л/мин оттегі, 440-460 л/мин ауа) арқасында оттегіде немесе ауада жанармайдың жануының арқасында алынады. Жанармай есебінде газ тәрізді (сутегі, этилен, пропилен, пропан, газ қоспасы) немесе сұйық (керосин) отын қолданылады [6].

Жану камерасындағы газ қоспасының жоғары қысымы шығару түтігінде (саптамада) кинетикалық энергияға айналады. Бірақ жану камерасындағы қысымның жоғарылауы саптамадан шыққан газдардың жылдамдығын арттырмайды, алайда оның тығыздығының тез артуына әкеп соғады. Сонымен, қарапайым бүріккіштерде конустық және цилиндрлік саңылаулар қолданылады, олар 1 мах газ жылдамдығына дейін жетеді



1 сурет - Жоғары жылдамдықты газ-жалынды тозаңбүркуге арналған тозаңбүріккіштердің құрылыстық сызбалары:
а-HP / HVOF; В - HVOLF; В - HVOGF; G - HVOF

Газдар жылдамдығының тозаңдарға әсері төмендегі түрде өрнектеледі:

$$F = \frac{1}{2} C_D P_2 A_4 (v_2 - v_4) / |v_2 - v_4|, \quad (1)$$

мұндағы F -бөлшекті үдететін күш;

v_4 - тозаң бөлшектерінің жылдамдығы;

A_4 – бөлшектің ортаңғы бөлігінің ауданы.

v_2 және RG - сәйкесінше газдардың жылдамдығы мен тығыздығы. C_D -тозаң бөлшектерінің кедергісінің коэффициенті. Газдардың жылдамдығы ең үлкен әсер ететін фактор ететіні белгілі. Сондықтан, ағынның жылдамдығын көбейту газдардың тығыздығын арттырудан гөрі тиімді. Газдар жылдамдығын одан да әрі арттыру

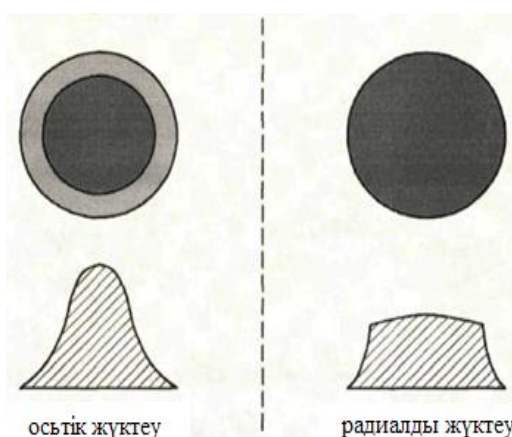
қажеттілігі жану камерасындағы қысымды 0,2-ден 0,4...1,5 МПа дейін көтеру екінші деңгейлі жабдықтарының пайда болуына әкелді. Әрі бұл жерде жаңа профильді Лаваль саптамалары (түтіктері) қолданылады (2 сурет). Екінші деңгейлі жабдықтарының жану камерасындағы қысымның 1-3 МПа-ға дейін жоғарылауы үшінші деңгейлі жабдықтарының HP/HVOF гиперсониялық бүріккіштерінің (High-Pressure/HVOF) пайда болуына әкеліп соқты.

Жоғары жылдамдықты газ-жалынды тозаңды бүркудің барлық жабдықтарын жану материалдарын жүктеу әдісі мен материалдардың түрі бойынша: осьтік және радиалды ағынмен жүктеу, темірсымды және ұнтақты деп екіге бөлуге болады [4].



2 сурет - Тозаңбүріккіш сызбасы

Темірсым бүріккіштердің айрықша ерекшелігі ыстық ағынның осі бойымен материалды беруі, бұл конструкторларды жану камерасын саптаманың шығысына жақындатуға мәжбүр етті. Материалды осьтік және радиалды жүктеу әдістерінің артықшылықтары мен кемшіліктері бар. Осьтік жүктелген бөлшектер қарқынды қызады және газ ағынында одан әрі үдеу кезінде траекториясын өзгертпейді. Радиалды жүктеу материалдар ағынының қимасы мен жылуды төменгі температураға дейін біркелкі таратуға ықпал етеді, бұл саптаманы тотығудан және газдармен қанықтырудан қорғайды (3 сурет)



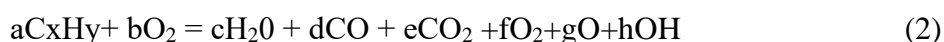
3 сурет - Бүрікілген бөлшектердің ағынын қалыптастыру

Жабындарды қалыптастыру үрдісі негізінен тозаң бөлшектерін қыздыру, тозаңды бүрку және тасымалдау процестеріндегі күйімен анықталады. Бүріккіш тозаң бөлшектері бүріккіш шүмектерде пайда болады: сымтемір немесе ұнтақ сым қыздыру, тозаңды бүрку және үдету аймағына беріледі. Газ жалынымен қыздырудың нәтижесінде, сымтемір

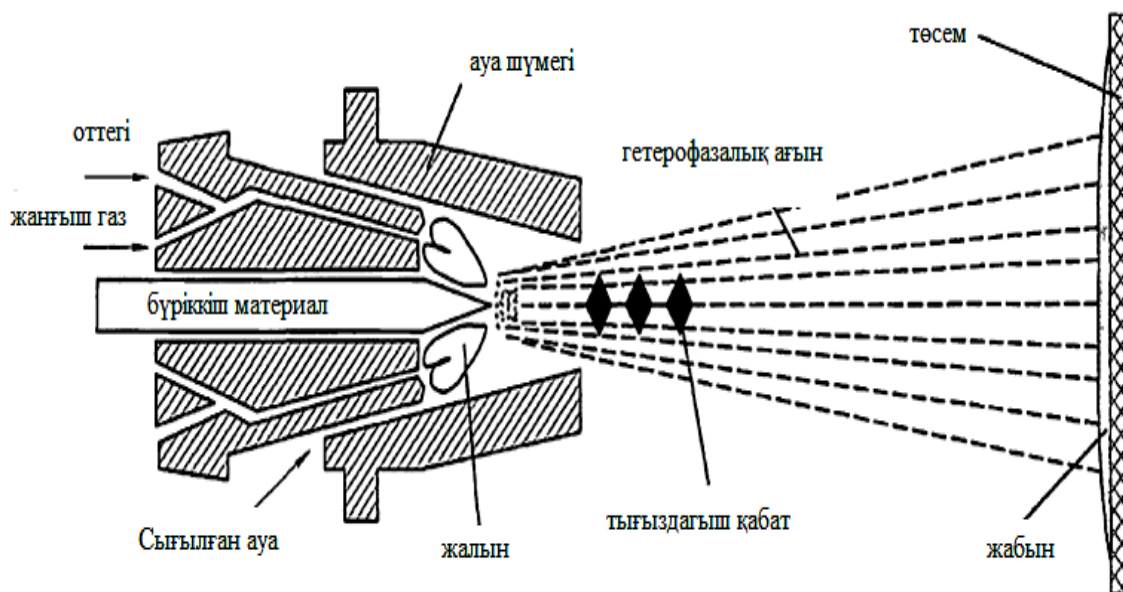
берілген кезде әртүрлі дисперсиялы балқытылған тозаңдар пайда болады, микротамшылар мен бу фазасы пайда болады [3].

Бұрку қашықтығынан өткен кезінде ағындағы бөлшектердің күйі өзгереді. Жартылай қатайтылған бөлшектер, әсіресе шеткі ағын аймағында, шашырату бетіне жақын жерде пайда болады. Микротамшылы және бу фазалары активті газ ағынымен әрекеттесіп, жабынға ене алатын әртүрлі қатты қосылыстар түзеді. Сондықтан, тозаңбүріккіштің негізі ағынының жүйесінде болып жатқан үрдістер туралы білу өте маңызды (4 сурет).

Жұмысшы газдардың жану үрдісі кезіндегі жоғарғы жылдамдықты газ-жалынды тозаңдату кезінде - екі негізгі химиялық реакцияларға бөлеміз: сутегі және көміртегінің оттегінің ортасында тотығуы. Осыларға сүйене отырып, көмірсутектің жану реакциясын жалпыланған химиялық сипаттамасы төмендегі теңдеумен:



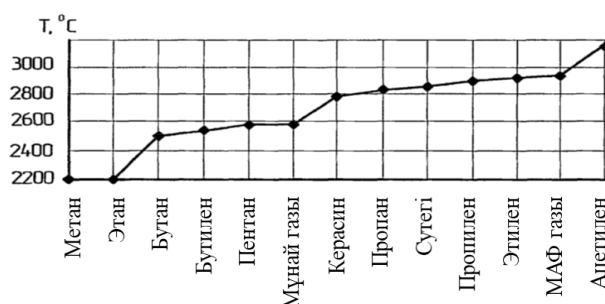
сипатталады. Жану үрдісі жалынның жоғары температурадағы аумақта аяқталмайды, себебі жанғыш газ толық су мен CO_2 -ге тотығып үлгермейді. Алайда жоғары температурадағы жалынның аймағында ($700-2700^\circ C$) жану реакциясының төмендегі өнімдері болады: H_2O, CO, CO_2, O_2 , су буы және OH . Жану ағынның температурасы қоршаған ортаның температурасымен тең болған кезде және реакцияның барлық өнімдері су мен көмірқышқыл газымен тотыққан кезде ғана аяқталды [3].



4 сурет - Жоғары жылдамдықты тозаңды бұрку кезінде бүріккіш - ағын - жабын жүйесі

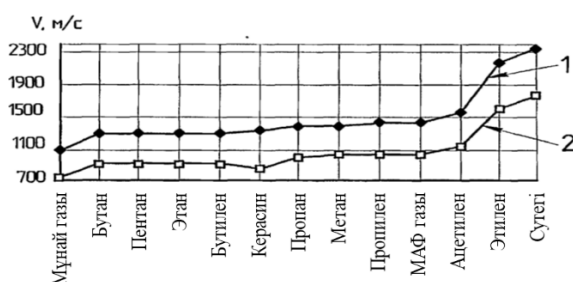
Температураның жоғарылауымен үрдістегі соңғы өнімдерінің мөлшері азаяды (H_2O және CO_2) және керісінше. Реакция өнімдеріндегі жалын температурасы аз болғанда оттегінің мөлшері де аз болады, бірақ ол-жалын температурасы $1500^\circ C$ -тан асқан кезде артады. Жоғары жылдамдықты газ-жалынмен тозаңды шашу кезіндегі жалын температурасын үш жолмен өзгертуге болады: отын түрін өзгерту, отын/тотықтырғыш (F/O) қатынасын өзгерту және жану камерасындағы қысымды өзгерту арқылы.

Жалынның ең жоғарғы температурасы-ол жалынның максималды адиабатикалы температурасы болып табылады және оның оттегімен тотығыуының (F/O) арқасында жүзеге асады.



5 сурет - Оттегі қоспасындағы газ жалынының температурасы

Жану камерасындағы температура жанғыш газға байланысты және 2370-2930°C жетеді. Жоғары жылдамдықты газ тозанды бүрку үшін пайдаланылатын көмірсутектердің арасында МАФ газын қолдану кезінде жалынның ең жоғары температурасына қол жетеді (5 сурет) және жылу шығару қабілеті де бұл газда жоғары болады (6 сурет).

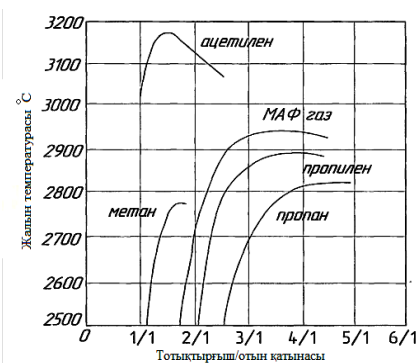


6 сурет - Газ ағынының жылдамдығы (1) газ қоспасындағы дыбыс жылдамдығы (2)

Нәтижелер.

МАФ газы (метилацетилен-аллен қоспасы) - бұл изобутан, изобутилен, пропан, пропилен, бутадиен немесе басқа да көмірсутектердің қауіпсіздігі мақсатында тұрақтандырылған метилацетилен мен аллен (пропадиен) қоспасы.

МАФ-ның пропан мен табиғи газдан айырмашылығы, жалын аймақтарында жоғары жылу өткізгіштігіне ие және басқа газдармен салыстырғанда жоғарғы жалын қуатына да ие болады. Жалынның жоғарғы температурасы отын/тотықтырғыш (F/O) кезінде стехиометрияға жақын болады (7 сурет).



7 сурет - Жалынның максималды температурасы мен отын/тотықтырғыш қатынасы

Жоғары жылдамдықтағы бүркуге арналған бүріккіштерде жану реакциясы жоғары қысымда жүреді, әдетте 0,15...1,5 МПа.

МАФ газы және сол сияқты басқа газдар осындай жағдайларда жұмыс істей алады.

Жану камерасындағы қысымның артуы температураның артуына әкеледі. Мысалы, жану камерасындағы қысымның 0,2, 0,5 және 1 МПа-ға дейін көтерілуі жалын температурасының сәйкесінше 12%, 30% және 46% көтерілуіне әкеледі. Жоғары жылдамдықтағы газ-жалынды бүріккіштерде жану үрдісі жоғары қысым деңгейінде жүреді, әдетте 0,15...1,5 МПа. Бірақ, отынның кейбір түрлерін жану камерасындағы газды таңдау мен қысымды таңдауға бірқатар шектеулер бар. Сонымен, ацетилен үшін «қауіпті кез» деп аталатын қауіптің болуына байланысты газдың максималды жануы 1,7 м/сағ аспауы керек, ал жану камерасындағы қысым 0,15 МПа-дан аспауы керек. Сондықтан, оттегі қоспасындағы ацетилен жалынының ең жоғары температурасын беретініне қарамастан, ол жоғары жылдамдықты тозақ бүрку үшін қолданылмайды.

Талқылау.

МАФ газдары осындай жағдайларда жұмыс істеуге өте қолайлы. Бүрку үрдісіне ықпал ететін тағы бір маңызды фактор-газдың тығыздығы [6].

Газдың тығыздығы оның бүркілу жылдамдығына, температураға, жану камерасындағы қысымға және отын түріне байланысты. Жану камерасының көлденең қимасының ауданы шамамен саптаманың қимасының ауданынан 10...25 есе үлкен.

Мұндай үлкен айырмашылық жану камерасындағы газдың ағып өту жылдамдығы саптамадағы шығу жылдамдығынан әлдеқайда төмен, шамамен 50-100 м/с құрайды.

Жану камерасындағы газдың жылдамдығы тозақтардың жылдамдығына әсер етпейді, себебі біріншіден, материал бөлшектерімен ағынды жүктеу әдетте, жану камерасының сыртында жасалады, екіншіден, ондағы газдың шығу жылдамдығы саптамадағы газдың шығу жылдамдығынан оншақты есе аз. Жоғары жылдамдықты бүрку кезінде жану камерасы мен саптамадан өткен кезде газдың температурасы мен жылдамдығы айтарлықтай өзгереді.

Газ температурасының төмендеуі бүріккіштің жылдамдығына байланысты және шамамен 13 құрайды және ол шамамен жалынның ең жоғарғы температурасының 13...45% құрайды.

Екінші маңызды мәселе отынның жану үрдісі – жылу алмасу, ыстық газды сумен салқындату жүйесі. Егер салқындату тым жоғары болса, онда материалдың бүркілетін бөлшек беттерінің температурасы айтарлықтай төмендейді, бұл өз кезегінде қалыптасқан жабынның сапасына кері әсер етеді. Жоғары жылдамдықты газ-жалынды тозақ бүркетін жабдықтардың барлық дерлік бүріккіштері сұйықтықпен суыту жүйесімен жабдықталған. Бұл саптама мен жану камерасы элементтерінің балқып кетпеуі үшін керек.

Профильденген Лаваль саптамасын қолданғанда газ жылдамдығы тұрақты түрде жоғарылауы мүмкін. Бұл жағдайда газдың шығу жылдамдығы 1800...2100 м/с жетеді. Саптама блогынан өткеннен соң газ ағыны ауада таралалып, ауамен араласып ағынның қасиеттері өте тез өзгереді [4].

Соған байланысты температура, жылдамдық, химиялық құрамы және жылу-ауысу жылдамдығы айтарлықтай өзгереді. Суық ауамен араласу тозаңды-ағынының температурасының азаюына әкеледі, бұл өз кезегінде нысынға жылу әсерін азайтады. Ағын нысанның бетіне жеткенде, оның құрамында 80...90% суық ауа болады [5].

Ағынның өсі бойымен температурасы төмендейді және ағын бөлшектерді қыздыра алмай, оларды салқындатады. Мұның бәрі нысан бетіндегі бөлшектердің жылдам салқындатуының едәуір артуына әкеліп соғады.

Бүркілетін тозақ бөлшектердің жылдамдық режимі - газ ағындары басқан – газдық ағындарда жүзеге асырылады. Бұл бөлшектерді қыздырумен байланысты емес, тек бүрку

және үдеу үрдістерін орындайтын ағындар. Жабын материалын жылыту, бүрку және үдету біріктірілген ағындар болып табылады [5].

Қорытынды.

Газодинамикалық параметрлерінің өзгеру сипаты бойынша жоғары жылдамдықты газ-жалынды тозаңды бүрку кезінде газ ағынын шартты түрде үш бөлікке бөлуге болады (4 сурет): бастапқы (газ-динамикалық), өтпелі және негізгі деп.

Бастапқы аймақта тұтқырлық пен жылу өткізгіштіктің әсері негізінде шекара қабатында ғана әсер етеді. Бастапқы аймақ толқын құрылымы және ағынның осі бойымен де, көлденең қималарында да қысымның қатты біркелкі болмауымен сипатталады. Бастапқы аймаққа бөшке тәрізді пішініне байланысты периодты «бөшкелік» толқын құрылымының бірнеше циклы кіреді.

Қоршаған ортамен өзара әрекеттесу кезінде температураның төмендеуімен бір уақытта газ ағынының жылдамдығы төмендейді. Сақталған кинетикалық энергия ағынға түскен суық ауаны жеделдетуге жұмсалады. Сонымен, газ ағынының бастапқы жылдамдығы 1500 м/с, бөлшектің бетінде ол 150...300 м/с-ге дейін төмендейді. Бөлшек бетіне жақындағанда газ ағынының төменгі жылдамдығы оған перпендикуляр тұрақты бағытталған сапалы жабынның қалыптасуын қамтамасыз етеді [3].

Газ ағынын қоршаған ауамен араласуы сөзсіз газ ағынының құрамының өзгеруіне әкеледі. Жалында жанбаған бөлшектердің тотығып, су мен көмірқышқыл газына дейін айналады. Ағындағы оттегінің парциалды қысымы 2-ге ..20% дейін артады. Пайда болған азот тек ыстық ағынды салқындатады. Су мен көмірқышқыл газ (CO_2) концентрациясы 10% - ға дейін төмен түседі. Бөлшек бетіне жеткенде газ ағынының құрамы төмендегідей болады: N_2 (50...60%), O_2 (10...20%), H_2O және CO_2 (10%).

ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Хрущов М.М., Бабичев М.А. Абразивное изнашивание. - М.: Наука, 2001, - 251с.
- [2] Виноградов В.Н., Сорокин Г.М., Колокольников М.Г. Абразивное изнашивание. - М.: Машиностроение, 2012, - 224 с.
- [3] Методы повышения износостойкости деталей машин: учеб. Пособие//В.А. Короткое.- Н.Тагил: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ НТИ, 2014, - 89 с.
- [4] Износостойкие стали для отливок: монография//М.А. Филиппов, А.А. Филиппенков, Г.Н. Плотников. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2013, - 358 с.
- [5] Маслов Л.Н., Шаврин О.И., Анализ методов повышения работоспособности деталей, работающих в присутствии свободного абразива//№ 1, 2012, С. 29-35
- [6] Воинов Б.А. Износостойкие сплавы и покрытия. - М.: Машиностроение, 2007, - 120 с.
- [7] Газотермическое напыление: учеб. пособие / кол. авторов под общей ред. Л.Х. Балдаева. - М.: Маркет ДС, 2013, - 344 с.

Verbol Kaliyev, candidate of technical sciences, assistant professor, Academy of Logistics and Transport, Almaty, Kazakhstan, kaliyev.ye@mail.ru

Mergen Zhumanov, candidate of technical sciences, docent, Al-farabi Kazakh national university, Almaty, Kazakhstan, Mergenamir@mail.ru

Bakhtiyar Kopenov, candidate of technical sciences, professor, Academy of Logistics and Transport, Almaty, Kazakhstan, madiiskakov69@mail.ru

Guldariya Naimanova, candidate of technical sciences, associate professor, Academy of Logistics and Transport, Almaty, Kazakhstan, Guldaria_aruka@mail.ru

Kalmanbet Shalbaev, doctor of technical sciences, professor, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan, shk1952@mail.ru

MODERN FEATURES OF HIGH-SPEED FLAME SPRAYING

Abstract. The article deals well with the issues of the application of high-speed gas-dust spraying technology to harden the surface layer of machine parts during abrasive wear, analyzes the ideas that know about the mechanisms of abrasive wear, justifying the choice of an effective method and material for the manufacture of coatings.

The technology of obtaining high-quality coating layers from the Fe-C-Cr-Ti system powder wire using high-speed gas-dust spraying has been developed, the theoretical determination of the optimal parameters of the spraying mode has been carried out.

In addition, using a mathematical model of two-phase flow when coating machine parts with an outer layer, he rationally chose the method of high-speed dusting, estimating on the basis of calculating the characteristics of the heterophase flow obtained in the optimal spraying mode.

Determining that the mechanism of coating formation is mainly determined by the state of pollen particles during heating, dust collection and transportation, it is rightly emphasized that partially solidified and even solid particles, especially in the peripheral flow area, can form near the spray surface, forming various solid compounds in which the microtraumatic and vapor phases can react with an active gas flow and penetrate the coating.

From hydrocarbons used for high-speed flame dust extraction, it is shown that when using MAF gas (Methylacetylene-Allen fraction), the maximum flame temperature is reached, a characteristic is given and the conclusions of the experiments are well presented. It has been shown that MAF gas is a mixture of methylacetylene and Allene (propadiene) stabilized for safety purposes of isobutane, isobutylene, propane, propylene, butadiene or other hydrocarbons.

Keywords: gas-thermal, abrasive treatment, gas-dynamic, smelting, spraying, viscosity, dispersion.

Ербол Калиев, к.т.н, ассистент-профессор, Академия логистики и транспорта, Алматы, Қазақстан, kaliyev.ye@mail.ru

Мерген Жуманов, к.т.н., доцент, Қазақський національний университет ім.Аль-Фарабі, Алматы, Қазақстан, Mergenamir@mail.ru

Бахтияр Копенов, к.т.н, профессор, Академия логистики и транспорта, Алматы, Қазақстан, madiiskakov69@mail.ru

Гульдария Найманова, к.т.н., ассоциированный профессор, Академия логистики и транспорта, Алматы, Қазақстан, Guldaria_aruka@mail.ru

Калманбет Шалбаев, д.т.н., профессор, Satbayev University, Алматы, Қазақстан, shk1952@mail.ru

СОВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ГАЗОПЛАМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ

Аннотация. В статье хорошо рассмотрены вопросы о ходе применения технологии высокоскоростного газопламенного напыления для упрочнения поверхностного слоя деталей машин в процессе абразивного износа, вопросы, полученные в результате анализа

о существующих механизмах абразивного износа, обоснования выбора эффективного метода и материала для изготовления покрытия.

Разработана технология получения высококачественных слоев покрытия из порошковой проволоки системы Fe-C-Cr-Ti с помощью высокоскоростного газопылевого распыления, проведено теоретическое определение оптимальных параметров режима распыления.

Кроме того, используя математическую модель двухфазного потока при покрытии наружным слоем деталей машин, рационально выбрал метод высокоскоростного пылевлагопыления, оценивая на основе расчета характеристики гетерофазного потока, полученного в оптимальном режиме распыления.

Определяя, что механизм образования покрытий в основном определяется состоянием частиц пылицы в үрдіссе нагрева, пылеулавливания и транспортировки, справедливо подчеркивается, что частично затвердевшие и даже твердые частицы, особенно в области периферийного потока, могут образовываться вблизи поверхности распыления, образуя различные твердые соединения, в которых микротравматическая и паровая фазы могут реагировать с активным потоком газа и проникать в покрытие.

Из углеводородов, используемых для высокоскоростной пылеулавливания пламени, показано, что при использовании газа МАФ (фракция Метилацетилена-Аллена) достигается максимальная температура пламени, дается характеристика и хорошо изложены выводы проведенных опытов. Было показано, что газ МАФ представляет собой смесь метилацетилена и Аллена (пропадиена), стабилизированную в целях безопасности изобутана, изобутилена, пропана, пропилена, бутадиена или других углеводородов.

Ключевые слова. Газотермическая, абразивная обработка, газодинамическая, выплавка, напыление, вязкость, диспергирование.
