

Рисунок 4 – Изменение микротвердости после лазерного легирования с нанесением композиции «W-V-Cr»

Испытание на износ в условиях трения скольжения проводили на машине трения СМЦ-2 при нагрузках 25-1800 Н. В качестве рабочих сред использовали индустриальное масло И-70А, воздух. Испытание проводили при постоянной скорости скольжения 1,3 м/с при комнатной температуре. В результате износостойкость легированных слоев увеличилась в 2-4 раза по сравнению с необработанными лазерным излуче-

нием поверхностями [4].

Проведенные исследования позволили выявить оптимальные режимы для лазерного легирования стали 45:  $P = 500$  Вт;  $v = 1400$  об/мин.;  $I = 9, 12, 15$  мм. С помощью этого процесса получают слои с высокой износостойкостью, микротвердостью, возможностью локального упрочнения рабочих поверхностей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сердобинцев Ю.П., Бурлаченко О.В., Схиртладзе А.Г. Повышение сдвигоустойчивости неподвижных соединений путем лазерной закалки // Технология металлов. 2009. № 7. С. 15-16.
2. Панченко В.Я., Васильцов В.В., Голубев В.С., Грезев А.Н., Дубров В.Д., Карабутов А.А., Майоров В.С., Сафонов А.Н. Лазерные технологии обработки материалов, создаваемые в ИШЛИТ РАН // Сб. тр. ИШЛИТ РАН. 2009. № 5. С. 191-192.
3. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. Технологические процессы лазерной обработки: учеб. пособие для вузов / Под ред. А.Г. Григорьянца. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. С. 14-17.
4. Шарая О.А., Мещанова С.О. Лазерное упрочнение стали // Тез. докл. межвуз. студ. науч. конф. «Студент и научно-технический прогресс». Караганда: Изд-во КарГТУ, 2009. С. 85-86.

ӘОЖ 621.91.01

ШЕРОВ К.Т.,  
ИМАШЕВА К.И.,  
БАЙБУСИНОВ Е.А.

#### Қиын өңделетін материалдарды импульсті салқындатумен термофрикционды өңдеу кезінде кесу режимдерінің орташа температураға әсер етуін ғылыми зерттеу

Қазіргі машина жасаудың нақты тапсырмасы құрал-саймандардың прогрессивті конструкцияларын жасау және кесумен металдарды өңдеуге арналған озат технологияларды жобалау болады.

Көптеген жауапты тетіктердің технологиялық циклінде механикалық өңдеу процестерінің үстемді рөлі, негізінде оның әмбебаптығымен, үнемділігімен және жоғары дәлдігімен белгіленеді. Сонымен қатар қазіргі уақытта кеңінен таралған дәстүрлі механикалық өңдеу әдістері өнімділікке және сапаға қойылатын талаптарға сәйкес келе бермейді. Бұған қазіргі машина жасауда, кен шығарушы, металлургиялық және басқа да халық шаруашылығының салаларында кеңінен қолданылатын ерекше физикалық-механикалық қасиеттерге ие болған – ыстыққа төзімді, тозуға төзімді, жо-

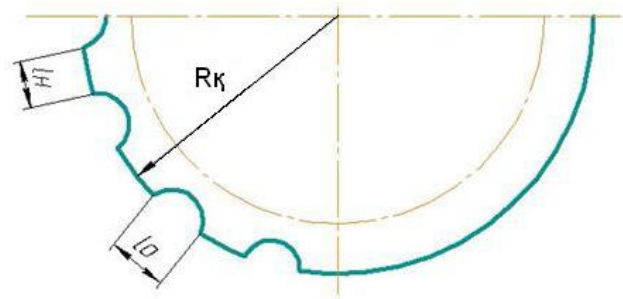
ғары төзімділікке ие болған, баяу балкитын конструкционды материалдарды өңдеу қиындық туғызады, кейбір жағдайларда оларды өңдеудің мүмкіндігі болмайды.

Энергетикалық, химиялық және тау-кен машина жасау саласында сондай-ақ, өнеркәсіптің басқа да салаларында қиын өңделетін материалдарды кеңінен қолданады. Жоғарыда айтылған материалдардан жасалған көптеген тетіктер экстремалды жағдайларда жұмыс істейді, бұл үстінгі қабатының сапасына және пайдалану мерзімінің ұзақтығына жоғары талаптарды қоюға алып келіп соғады. Сондықтан, қиын өңделетін материалдарды механикалық өңдеудің сапасын және өнімділігін арттыру өзекті мәселе болып отыр. Бұл өзекті мәселені шешудің негізгі бағыты келешекте

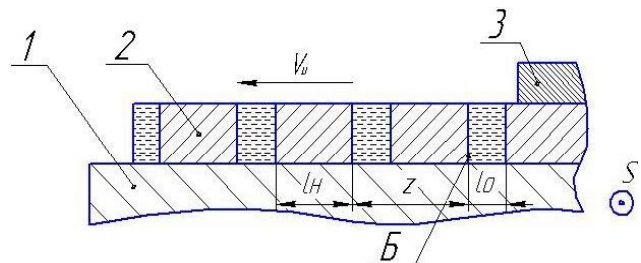
дәстүрлі технологиялық процестерді жетілдіру, сапалы болған жаңа технологияларды, сондай-ақ, комбинациялы әсер етуге негізделген технологияларды жобалау және өндіріске енгізу болып табылады. Металдарды термофрикциялық өндеудің (ТФӨ) дәстүрлі әдісі, дайындама материалының кесілетін қабатына кесуші құралдың механикалық және жылудық әсерін пайдалану арқылы үйкеліс дискілерімен орындалатын комбинацияланған тәсіл болып табылады. Бұл әдіс дайындама және үлкен айналма жылдамдығымен айналатын (100 м/с дейін) тегіс немесе жиегі бойынша дөңгеленген (HB 150 дейін) болаттан жасалған, диаметрі 500–600 мм, биіктігі 40–60 мм болған үйкеліс дискісімен тікелей түйісу арқылы орындалады. Кесуші үйкеліс дискісімен дайындаманың түйісу аумағында пайда болатын үйкеліс күшінің жұмысы жылуға айналып, кесілетін қабатты жұмсартады. Металды кесу аумағынан алып шығу, дайындама материалының балқуы және металл түйіршіктерінің жартылай булануы нәтижесінде, үйкеліс дискісінің айналуынан пайда болатын ауа ағынымен лақтырылуы арқылы орындалады. Сонымен қатар, кесуші үйкеліс дискісінің жылжуы өндеу аумағынан металл түйіршіктерін шығару және сығып шығаруды қамтамасыз етеді. ТФӨ әдісінің белгілі артықшылықтарына қарамастан оны өнеркәсіпте кең қолдануды оның кейбір кемшіліктері тоқтатып тұр, анық айтқанда: құралсайманның – кесуші үйкеліс дискісінің үлкен айналма жылдамдығы (40–100 м/с), кесу күшінің елеулі үлкен болуы және білдектің айналдырық түйінінің мойынтіректерінің қарқынды желінуі. Қарағанды мемлекеттік техникалық университетінің және Науайы мемлекеттік тау-кен институтының «Машина жасау технологиясы» кафедраларымен жасалған ынтықмақтастық туралы келісім-шарт негізінде № 15-005 «Импульсті салқындатумен фриktionды фрезерлеу әдістерін зерттеу» тақырыбы бойынша ғылыми жоба орындалуда. Орындалған ғылыми-зерттеу нәтижесінде, авторлар тобы ТФӨ әдісінің жоғарыда айтылған кемшіліктерін жою қабілетіне ие болған ТФӨ-ің жаңа әдісін [1] ойлап тапты. Бұл әдістің дәстүрлі ТФӨ технологиясының сұлбасынан ерекшелігі кесу процесінде салқындату мақсатында кесу аумағына майлаушы-салқындатушы сұйықтықты алып беру болып табылады (салқындату сұйықтығы ретінде СМС-8 салқындататын, майлайтын эмульсия қолданылды). Кесу аумағына СМС-ды беру жиілігі кескіш құрал-үйкеліс дискісінің жиегіндегі салқындататын учаскелер санына байланысты (1-сурет).

Қыздыратын учаскенің ұзындығы  $l_n$  осы учаскенің соңындағы максималды температураны  $\theta_{max}$  анықтайды, бұдан басқа ол кескіш дискінің жиегіндегі сызықтық жылдамдыққа байланысты. Түйісудегі кесу бетінің орташа температурасы  $\theta_{op}$ , салқындататын учаскенің ұзындығына  $l_o$  және қыздыру-салқындату цикледерінің қайталау жиілігіне тәуелді болады. Өндеу процесінде түйісудің орташа температурасының шамасы өнделетін материалдың рекристаллдану температурасынан жоғары болуы тиіс немесе орташа температура материалдың ағымдылық шегінен  $\sigma_m$  өтуді қамтамасыз етуі тиіс. 2 – суретте  $\theta_{max}$  және  $\theta_{op}$  температураларды өлшеу сұлбасы көрсетілген.

Орташа температураны табиғи терможұп тәсілімен өлшеу үшін қолданылатын элементтердің бірі болып, өнделетін материал 1 қызмет етеді, ал терможұптың екінші элементі болып кескіш дискісі пайдаланылады. Кесуші үйкеліс дискісінің ортасына айналдырықта орналасқан қуыс арқылы мыс өзегі бұрандалады және тоқөпшегішке жалғанады. Б нүктесіндегі максималды температураны өлшеу үшін (2 – сурет), дайындамада диаметрі 0,3 мм болатын тесік бұрғыланады, одан тесіктің қабырғаларынан жекелендірілген вольфрамнан жасалған жасалған диаметрі 0,1 мм болған сым өткізіледі. Б нүктесінде конустық терең қуыс зеңкірленеді. Осы қуысқа электр ұшқынды тәсілмен балқытылған вольфрамнан жасалған сым түйіршік электр-контактті тәсілмен дайындамаға пісіріледі. Сымның басқа ұшы приборға шығарылады, ал жартылай жасанды терможұптың екінші жағы тікелей дайындамадан приборға жалғанады. 3-суретте орташа температураның әртүрлі кесу жылдамдығы кезіндегі эксперимент түрінде алынған байланысы көрсетілген.



1 – сурет – Кескіш құрал-сайманның сұлбасы



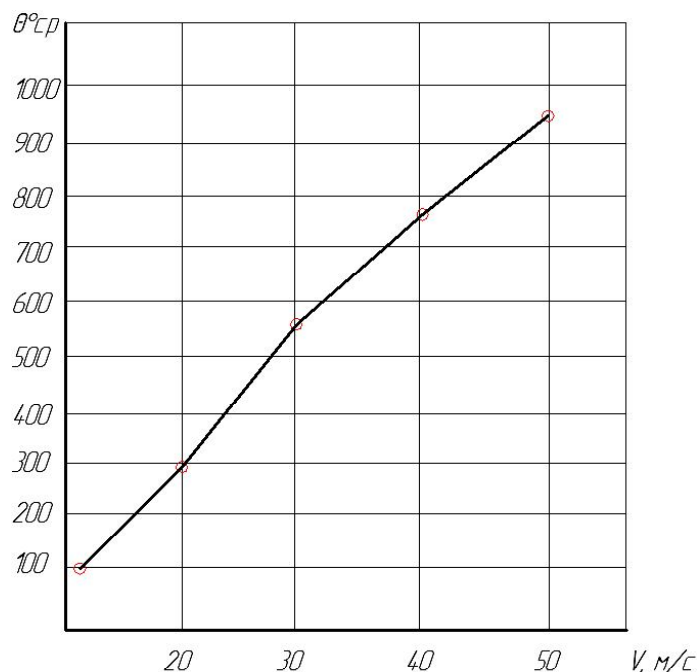
2 – сурет –  $\theta_{max}$  және  $\theta_{op}$  температураларды өлшеу сұлбасы

Өнделетін материалдың рекристаллдану температурасын біле отырып эксперимент түрінде түйіскендегі орташа температураның  $\theta_{op}$  қажетті мәнін келесі шарттан анықтауға болады

$$\theta_{op} > \theta_{рек} \quad (1)$$

Үйкеліс дискісінің жиегіндегі жылдамдығын өзгерту арқылы табиғи терможұп тәсілімен (1) шартты қамтамасыз ету үшін қажетті жылдамдықты  $V_k$  оңай анықтауға болады.

Қарағанды мемлекеттік техникалық университетінің «Машина жасау технологиясы» кафедрасында орындалған ғылыми зерттеу нәтижелері термофрикциялық өндеу әдісінің жоғары үнемділігін және экономикалық тиімділікті сақтаған жағдайда қолданыстағы осындай өндеу түрлеріне қатысты сапа мен дәлдікті асыра қамтамасыз ете алатындығын көрсетті.



Болат ХН70Ю;  $S=50$  мм/мин;  $l_n=12$  мм;  $l_o=17$  мм;

3 – сурет – Импульсті салқындатумен ТФӨ кезіндегі кесу жылдамдығының орташа температураға әсері

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Шеров К.Т., Жетесова Г.С., Имашева К.И. и др. Способ термофрикционной обработки плоскости и конструкция диска трения // Заключение о выдаче инновационного патента РК на изобретение от 22.04.2010г. по заявке от 09.06.2009 г.
2. Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов. М.: Высшая школа, 1985. 304 с.
3. Поятавцев О.Ф., Соколов А.А. Методы контроля, регистрации и снижения температуры и температурных деформаций металлорежущих станков // Обзор. М.: НИИМАШ, 1982. 36 с.

УДК 669.018

ИСАГУЛОВ А.З.,  
БАЙСАНОВ А.С.,  
КУЛИКОВ В.Ю.,  
ЩЕРБАКОВА Е.П.

### Анализ физико-химических условий восстановления марганца и железа

Существуют различные представления о механизме углеродотермического восстановления оксидов металлов. А.А. Байков рассматривал восстановление как совокупность двух одновременно идущих превращений – диссоциации оксида с выделением молекулярного кислорода и соединения его с восстановителем. Г.И. Чуфаров и Е.П. Татиевская выдвинули адсорбционно-каталитическую теорию, согласно которой восстановление протекает в три стадии: 1) адсорбция восстановителя на реакционной поверхности; 2) химическое взаимодействие адсорбированного восстановителя с кислородом оксида и перестройка кристаллической решетки последнего; 3) десорбция газообразного продукта реакции. А.П. Любан считал, что механизм реакций восстановления многообразен, но, каков бы ни был этот механизм, в основе его лежит процесс диссоциации с выделением атомарного кислорода, активно взаимодействующего с восстановителем. В.П. Елютин и др. пришли к выводу, что восстановление осуществляется в результате контакта парообразного оксида с углеродом. Имеются и другие

гипотезы восстановления оксидов металлов.

Наибольшее распространение получило представление, что процесс восстановления оксидов твердым углеродом протекает в две стадии (двухступенчатый процесс). С этой точки зрения взаимодействие оксидов с углеродом происходит через газовую фазу посредством СО, а твердый углерод участвует в регенерации СО.

Некоторые исследователи считают, что лимитирующей стадией суммарного процесса прямого восстановления является реакция газификации твердого углерода.

Опытные данные показывают, что при прямом восстановлении оксидов реакции газификации и косвенного восстановления взаимосвязаны и взаимозависимы. Это обуславливает появление новых закономерностей процесса, отличающихся от закономерностей отдельно взятых реакций косвенного восстановления и реакции газификации, поэтому многостадийный процесс прямого восстановления необходимо рассматривать как единый процесс.