

Еркин Корабаевич Адильбеков – PhD докторы, факультет бастығының орынбасары, ҚР Тұңғыш Президент – Елбасы атындағы Ұлттық қорғаныс университеті, e-mail: erkin-ak@mail.ru

Information about of authors

Bolat Beisengalieovich Kabulov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Heat and Power Engineering, S.Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University, e-mail: bolatkabylov@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7619-2622>.

Yerkin Korabayevich Adilbekov – PhD, deputy head of faculty, National Defense University named after the First President of the Republic of Kazakhstan – Elbasy, e-mail: erkin-ak@mail.ru.

Материал поступил в редакцию 10.04.2023 г.

DOI: 10.53360/2788-7995-2023-2(10)-4

МРНТИ: 55.19.01

Қ.Қ. Мамырбаев*, Е.Т. Абилямажинов¹

Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті,
071412, Қазақстан Республикасы, Семей қ., Глинки к-сі., 20 А
*e-mail: k_mamyrbaev_k@mail.ru

МЕХАНИКАЛЫҚ ӨНДЕУ КЕЗІНДЕ КЕСУ ПРОЦЕСІНДЕ ПАЙДА БОЛАТЫН ТЕМПЕРАТУРАНЫ ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа: Бұл ғылыми мақалада кесу процесінде пайда болатын жылу құбылыстары, кесу процесінің температурасын өлшеу мысалдары қарастырылған. Кесу температурасын өлшеудің 4 әдісі ұсынылып, ең қолайлы әдісі анықталды. 1 әдіс – кескіште болатын орташа температураны анықтау. 2 әдіс – жасанды термопар әдісі. 3 әдіс – кескіштің белгілі бір учаскелерінде температураның таралуын эксперименталды түрде алу әдісі. 4 әдіс – аналогты немесе эксперименттік деректерді есептеу арқылы алу әдісі. Осы әдістер толығымен қарастырылып, кемшіліктерімен артықшылықтары салыстырылып, ең оңтайлы әдіс таңдалды. Сонымен қатар, құралдың да кесу процесіне әсері айтылды. Мәселен, құралға түсетін жылу үлесінің төмендеуі құралдың жанасу төсемдеріндегі және кесу сынасының өзінде температураның төмендеуін білдірмейді. Керісінше, кесу жылдамдығы артқан сайын температура айтарлықтай артады. Материалдың да кесу процесінің дәлдігіне әсері айтылды. Болат 40Х материалы мысалға алынды. Оның жылу өткізгіштік қасиетін ескере отырып, кесу процесінде пайда болатын температуралық деформациясы анықталды. Яғни, өңделетін материалдың жылу өткізгіштігі неғұрлым жоғары болса, соғұрлым дайындамаға жылу көп беріледі. Сонымен қатар, бұл мақалада, құралдың тозу қарқындылығының әсері жайлы да айтылды.

Түйін сөздер: кесу құралдары, кесу температурасы, температуралық деформация, температуралық өріс, калориметриялық әдіс.

Кіріспе

Кесу кезіндегі жылу құбылыстары. Кесу құралдарының түйіскен жерлеріндегі пластикалық деформациялар мен үйкеліс көп жылу шығарумен бірге жүреді, сондықтан құрал мен дайындама өте жоғары температураға дейін қызады. Сонымен қатар, құралды жылыту оның тозуын, қолайлы кесу режимдерінің деңгейін және өңдеу өнімділігін анықтайды, ал дайындаманы жылыту өңдеудің дәлдігіне және өңделген беттердегі технологиялық қалдық кернеулер деңгейіне әсер етеді. Кесу температурасы материалдарды кесу кезінде пайда болатын физикалық құбылыстардың заңдылықтарына және олардың өзара байланысына да әсер етеді. Кесу кезінде бөлінетін жалпы жылу мөлшері [1]:

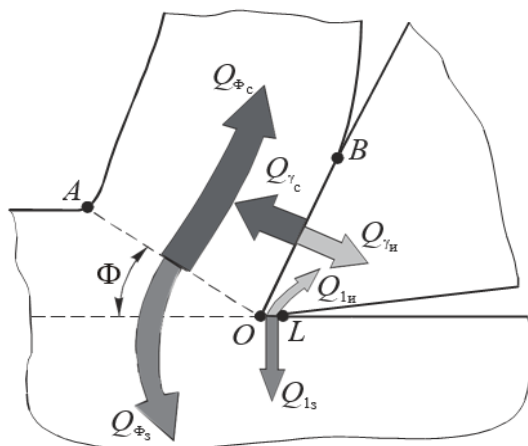
$$Q = Q_{\phi} + Q_{\gamma} + Q_1 \quad (1)$$

Жылу берілу заңына сәйкес жылу жылу көздерінен олармен жанасатын аз қыздырылған бөліктерге, атап айтқанда: дайындамаға, жоңқаларға және кескіш құралға бағытталады. Бұл жағдайда жылудың бір бөлігі қоршаған ортаға шығарылады, мысалы, кесу аймағына жеткізілетін майлау салқындатқыш сұйықтығы (МСС) көмегімен. 1-суретте жылу ағындарының қозғаласын көре аласыздар. Алайда, егер кесу ауада жүзеге асырылса, онда бұл жылу әдетте оның шағын мәніне байланысты ескерілмейді [1].

Жоғарыда айтылғандардың негізінде жылу балансының теңдеуі келесідей болады:

$$Q_{\Phi} + Q_{\gamma} + Q_1 = Q_3 + Q_c + Q_n + Q_{oc} \quad (2)$$

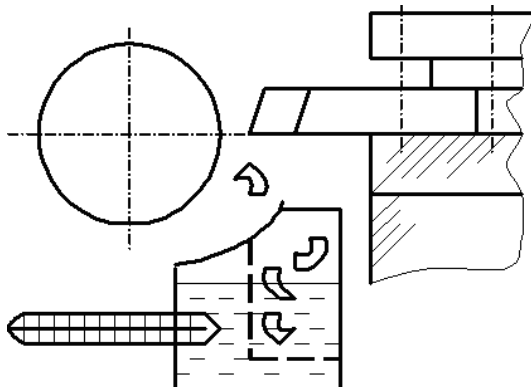
Егер уақыт бірлігінде жылу тепе-теңдігін қарастыратын болсақ, онда теңдеудің сол жағы- бұл жылу түзудің үш көзінің жылу қуатының қосындысы, оны механикалық жұмысының жылу эквивалентін A_{T3} қолдана отырып, кесу мен үйкелістің нақты жұмыстарының теңдеулерінен табуға болады.



Сурет 1 – Жоңқаларға, дайындамаға және құралға шығарылатын жылу ағындары

Жылу балансының кіріс баптары салыстырмалы түрде қарапайым және жеткілікті жоғары дәлдікпен анықталады, бірақ теңдеудің шығыс (оң) жағының құрамдастары не эксперименталды, не күрделі термофизикалық есептеулер арқылы анықталады [2].

Әдетте жоңқаларға, дайындамаға және құралға кететін жылу мөлшері калориметрлердің көмегімен эксперименталды түрде анықталады. Калориметриялық әдістің схемасы 2-суретте көрсетілген. Орташа температураны өлшеу үшін, сондай-ақ жылу балансын анықтау үшін (жоңқа түзілу аймағында бөлінетін және құралға, жоңқаларға, дайындамаға және қоршаған ортаға өтетін жылу мөлшерін анықтау). Можеев алғаш қолданған бұл калориметриялық әдіс жылу оқшауланған ортада кесуден тұрады және алынған барлық жоңқалар сумен калориметрге түседі. Қысқа кесуден кейін (температура тепе-теңдігі орнатылғанша 5...10 секунд) судың, дайындаманың және құралдың температурасы өлшенеді. Олардың салмағы мен жылу сыйымдылығын біле отырып, кесу кезінде оларға берілетін жылу мөлшері кесуге дейінгі және кесілгеннен кейінгі калориметрдегі су температурасының айырмашылығынан есептеледі [3].



Сурет 2 – Калориметриялық әдіспен зерттеу схемасы

$$\theta_{\text{стр}} = \theta_{\text{см}} + \frac{G_{\text{су}} \cdot (\theta_{\text{см}} - \theta_{\text{су}})}{G_{\text{стр}} \cdot C_{\text{стр}}} \quad (3)$$

Мұндағы, $\theta_{\text{стр}}$ – жоңқаның орташа температурасы;

$\theta_{\text{см}}$ – калориметрдегі су мен жоңқа қоспасының температурасы,

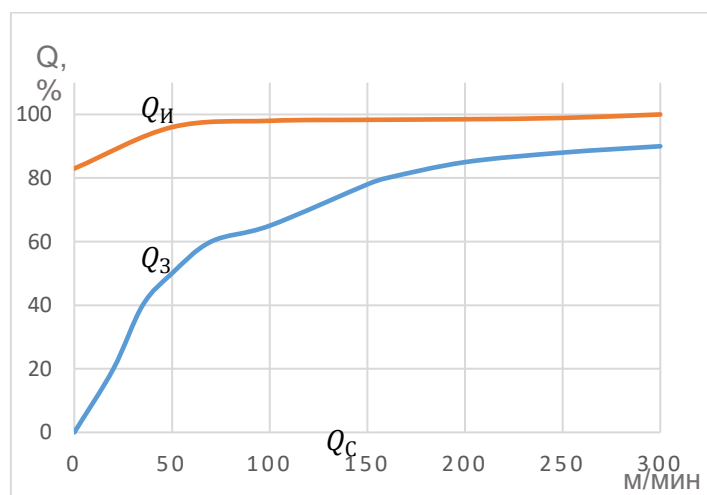
$G_{\text{су}}$ – калориметрдегі судың салмағы,

$G_{\text{стр}}$ – калориметрдегі чиптердің салмағы;

$\theta_{\text{су}}$ – судың бастапқы температурасы;

$C_{\text{стр}}$ – жоңқалардың жылу сыйымдылығы.

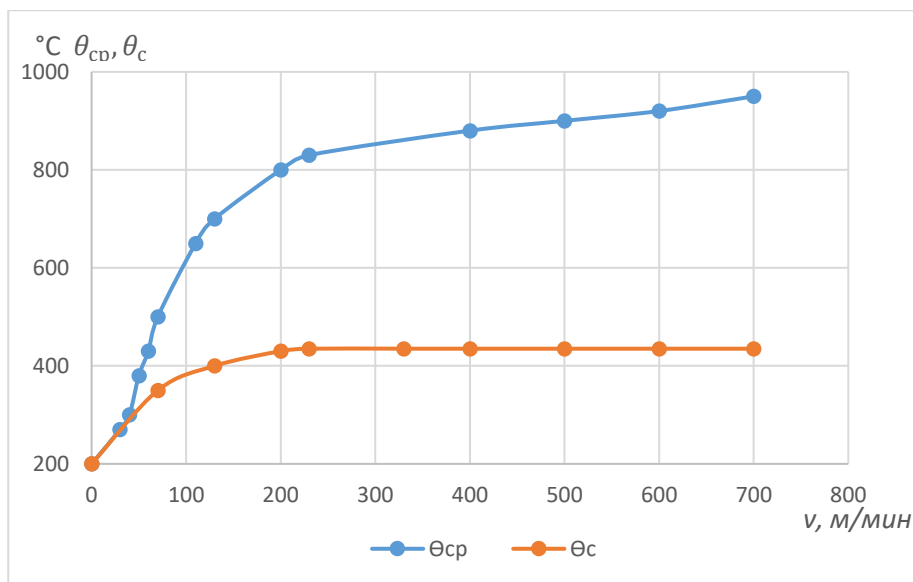
Отандық және шетелдік зерттеушілердің мәліметтері бойынша көрсетілген аймақтарда жылуды бөлудің келесі заңдылығы белгіленген. Мұнда v кесу жылдамдығының жоғарылауымен жоңқаға түсетін Q_c жылу мөлшері монотонды түрде артады және бұл төмен жылдамдықта кесу кезінде ең қарқынды түрде жүреді. Дайындамаға Q_3 және құралға $Q_{\text{и}}$ түсетін жылу үлесі, кесу жылдамдығы артқан сайын, керісінше, азаяды [4]. Мысалы, кесу жылдамдығы $v = 20 \dots 50$ м / мин 40Х болатты жону кезінде жылудың 30...50% жоңқаларға, 45...65% дайындамаға түседі; $v = 150$ м/мин кесу жылдамдығында жылудың 75% жоңқаларға, ал шамамен 20% дайындамаға түседі. 40Х болатты өңдеу кезіндегі жылу бөлінуді график түрінде 3-суреттен көруге болады. Жылудың аз бөлігі әдетте құралға өтеді – шамамен 10...15%.



Сурет 3 – 40Х болатты токарлық өңдеу кезінде жоңқалар, дайындама және аспап арасындағы жылудың таралуы (Т15К6, $t = 1,5$ мм, $s = 0,12$ мм/айн)

Кесу жылдамдығының жылудың таралуына бұл әсері кесу жылдамдығының жоғарылауымен жоңқада жылу мөлшерінің көбеюімен және оның барған сайын аз мөлшерінің дайындамаға және құралға өтуге уақыты болатынымен түсіндіріледі. . Сонымен қатар, кесу жылдамдығының жоғарылауымен өңделетін материалдың деформация дәрежесі төмендейді, демек, кесу күштері мен жоңқаның құралдың алдыңғы бетімен жанасу аймағы. Мұның бәрі құралға берілетін жылу үлесінің төмендеуіне әкеледі.

Құралға түсетін жылу үлесінің төмендеуі құралдың жанасу төсемдеріндегі және кесу сынасының өзінде температураның төмендеуін білдірмейді. Керісінше, кесу жылдамдығы артқан сайын температура айтарлықтай артады. Бұл құралдың жанасу төсемдеріндегі жылудың бірнеше микрометрлік өте жұқа қабатта шоғырлануымен, сонымен қатар жоңқа ағынының жылдамдығының жоғарылауымен құралдың алдыңғы беттегі үйкеліс жұмысының пропорционалды түрде артуымен түсіндіріледі [5].



Сурет 4 – 40Х болатты жону кезіндегі кесу жылдамдығының алдыңғы беттегі орташа температураға $\theta_{\text{ср}}$ және жоңқадағы температураға $\theta_{\text{с}}$ әсері (Т15К6, $t=1,5$ мм, $s=0,12$ мм/айн)

4-суреттен құралдың алдыңғы бетіндегі $\theta_{\text{ср}}$ орташа температурасы микросхемадағы температурадан $\theta_{\text{с}}$ әлдеқайда жоғары екендігі шығады. Бұл температуралар жоңқа мен құралдың жанасу аймағында шамамен тең болғандықтан, бұл жоңқа қалыңдығы бойынша температураның біркелкі емес таралуын көрсетеді, ол оның бос жағына жақындаған сайын біртіндеп төмендейді. Өңделетін материалдың жылу өткізгіштігі неғұрлым жоғары болса, соғұрлым дайындамаға жылу көп беріледі, ал кесу жылдамдығы неғұрлым жоғары болса, құралға жылу аз беріледі [6].

Температураны анықтаудың көптеген әдістерінің ішінде төрт топты ажыратуға болады. Бірінші топқа жоңқалардың, бұйымдардың немесе кескіштің орташа температурасы ғана өлшенетін әдістер жатады: табиғи Термо-ЭҚК (Электроқозғаушы күш) әдісі, калориметрикалық әдіс. Екінші топқа кесу аймағының немесе кескіштің тар шектеулі бөліктерінің температурасы өлшенетін әдістер жатады, мысалы: жасанды термопара әдісі; оптикалық және радиациялық әдістер. Үшінші топқа өнімнің немесе кескіштің белгілі бір учаскелерінде температураның таралуын бірден эксперименталды түрде анықтауға мүмкіндік беретін әдістер кіреді (температура өрістері): қашу түстерінің әдісі, термиялық бояу әдісі (ыстыққа сезімтал жабындар). Төртінші топқа кесу кезінде тікелей алынған бастапқы эксперименттік деректерді қажет ететін есептеу және аналогтық әдістер кіреді.

Құралдың жұмыс беттерінің орташа температурасын (кесу температурасын) анықтаудың ең оңай жолы – табиғи термо-ЭҚК (электр қозғаушы күш) әдісі, ол гетерогенді материалдардың дәнекерлеу орнын қыздыру кезінде потенциалдар айырмашылығының пайда болуының физикалық әсеріне негізделген. Егер сымдардың бос ұштары қосылса, онда тізбекте жылу ағыны пайда болады, оның электр қозғаушы күші дәнекерлеу орны мен сымдардың суық ұштарының температура айырмашылығына пропорционалды [7].

Термо-ЭҚК ток күшін өлшеу тек сапалы көріністі көрсетеді. Кесу температурасын алу үшін құрал-дайындаманың жанасу нүктесін таразылау (тарирование) керек. Ол үшін аспаптық материалдың өзегі немесе пластинасы өңделетін материалдың өзегіне немесе пластинасына (әдетте инертті газ ортасында) үлгілер өткір бұрышта жиналатындай етіп дәнекерленеді. Осыдан кейін үлгілерді дәнекерлеу орны муфель пешіне орналастырылады, ал бос ұштары кесу кезінде қолданылған микроамперметрге қосылады. Сымдарды үлгілерге қосу орындары қыздыру аймағынан тыс болуы тиіс.

Пеш қосылған кезде дәнекерлеу орны қыза бастайды. Пештегі ең жоғары температура, әдетте, 1200°C аспайды, бірақ бұл жеткілікті. Пештегі Температура алдын-ала сүртілген жасанды термопарамен бақыланады, оның аспап шкаласы Цельсий ($^\circ\text{C}$) градусымен программаланған. Жұмыс микроамперметрін бақылау температура мен Термо-ЭҚК ток күші арасындағы сәйкестікті көрсетеді. Мысалы, температурада $T=880^\circ\text{C}$ ток $I = 100$ мкА. Содан кейін термо-ЭҚК тогының таразылау коэффициенті I мына формула бойынша есептеледі: [1]

$$K_i = \frac{T}{I} = \frac{880}{100} = 8,8^{\circ}\text{C}/\text{мкА} \quad (4)$$

Егер эксперимент кезінде микроамперметр 50 мкА көрсетсе, онда кесудің орташа температурасын есептеуге болады:

$$T = I \cdot K_i = 50 \cdot 8,8 = 440^{\circ}\text{C} \quad (5)$$

Кемшіліктері: 1) елеулі қателік тудыруы мүмкін таразылау қажеттілігі; 2) тек орташа температураны өлшеу, ал жоңқалардың алдыңғы бетімен жанасу аймағында температура кең ауқымда өзгеруі мүмкін: мыңнан жүз градусқа дейін. 45 болатты $V=150$ м/мин жылдамдықпен өңдеу кезінде кесу температурасының берілісі $s=0,3$ мм/айн және кесу тереңдігі $t=3$ мм (қаралай өңдеу шарттары) шамамен 600°C құрайды [8].

Температураны өлшеудің екінші әдісі – жасанды термопараның көмегімен кескіштің бүйір бетіндегі температураны өлшеу, онда термопараның дәнекерлеу орны бос кесу кезінде кескіштің бүйір бетіне қолданылады. Бұл әдіс дискіні кескішпен жону кезінде мүмкін болады, оның ені өңделетін дискінің қалыңдығынан миллиметрдің оннан бір бөлігіне ғана үлкен, ал дискінің қалыңдығы 5 мм-ден асуы керек, тек осы жағдайда кескіштің бүйір бетінде температура кескіш сынаның ішінде және оның жоңқалармен жанасу бетінде бірдей болады. Әдістің кемшіліктеріне термопараның дәнекерлеуінің едәуір үлкен өлшемдері жатады (0,3 мм 0,5 мм), бұл жоңқаның алдыңғы бетімен жанасу ұзындығымен (0,2-5 мм) салыстыруға болады, мұнда температураны білу өте маңызды,

Температураны өлшеудің жоғарыда аталған кемшіліктен босатылған үшінші тәсілі – енгізілген жасанды термопарлар әдісі. Құралда әртүрлі тереңдікте оқшаулағыш жабыны бар жасанды термопаралар енгізілетін шағын диаметрлі (0,2 мм 0,4 мм) жабық тесіктер бұрғыланады немесе күйдіріледі. Ең құнды ақпарат құралдың жұмыс беттеріне құралдың жоңқасымен жанасу аймағында 0,05 мм 0,1 мм жақындаған кезде алынады, яғни, құралдың жұмыс бетіндегі температура өлшенеді. Бұл ақпараттың ерекше құндылығы-құралдың жоңқалармен және дайындамамен жанасу беттерінің температурасының жоғарылауы кесу кезінде тозу қарқындылығының жоғарылауына әкеледі. Енгізілген жасанды термопарларды пайдалана отырып, өндірісте жиі қолданылатын еркін емес қиғаш кесу кезінде кескіш сынада да, құралдың бетінде де температураның таралуын зерттеуге болады [1]. Бұл әдістің кемшілігі – аспапты зерттеуге дайындаудың жоғары күрделілігі.

Температураны өлшеудің төртінші тәсілі – пирометрдің (пирометриялық әдіс) және тепловизордың (температура қыздырылған беттің инфрақызыл сәулеленуімен анықталады) көмегімен кескіштің бүйір бетіндегі температураны өлшеу [9].

Тепловизор әдісі анағұрлым сезімтал және кез-келген диапазондағы температураны өлшеуге мүмкіндік береді, ал пирометриялық температураны тек 400°C -тан жоғары температурада қолдануға болады, өйткені ол қыздырылған бетінен көрінетін жарықтың сәулеленуін спиральдан шыққан сәулемен салыстыруға негізделген. Спираль арқылы өтетін ток күші спираль қызған бетінің фонында көрінбейтін температураға дейін қызғанша жоғарылайды, ал амперметр шкаласы алдын-ала таразыланады және оған тек ток күші ғана емес, сонымен бірге тиісті температура да көрсетіледі [10].

Бұл әдістердің кемшіліктері сезімтал аймақтың едәуір үлкен диаметрін қамтиды, әсіресе пирометриялық әдіспен. Тепловизор көмегімен жоңқалар мен дайындаманың температурасын да өлшеуге болады.

Қорытынды

Мақалада кесу процесінің температурасының өлшеудің 4 әдісі көрсетілді. Әрбір тәсілдің өзіндік артықшылықтары мен кемшіліктері анықталды. Ең оңай тәсіл ретінде 1-ші әдісті атап өтіге болады. Бірақ, бұл әдісте тек кесудің орташа температурасы ғана өлшенеді, ал кескіштің жанасу бетінде температураның өзгері диапазоны өте үлкен. Ең қолайлы және теңдестеріліген әдіс ретінде тепловизор мен пирометр көмегімен өлшеу әдісін таңдаймын. Тепловизор үлкен қашықтықтағы температураны дәл өлшей алады. Және де тепловизордың басты бір айырмашылығы әртүрлі спектралды диапазонды таңдауға мүмкіндігі бар.

Айта кету керек, жұмыс барысында кесу температурасының өзгеру дәрежесі белгілі бір дәрежеде металдың өңделу критерийі және кесу құралының сапасы болып табылады. Дегенмен, кесу температурасы мен кесу құралының тозу қарқындылығы арасында әрқашан табиғи байланыс бола бермейді, өйткені тозу көбінесе өңделетін материалдың микроқұрылымына байланысты.

Әдебиеттер тізімі

1. Кожевников Д.В., Кирсанов С.В. Резание материалов. – М.: Машиностроение, 2012. – 304 с.
2. Кожевников Д.В., Гречишников В.А., Кирсанов С.В., Григорьев С.Н., Схиртладзе А.Г. Режущий инструмент: учебник для вузов / Под общ. ред. С.В. Кирсанова. М.: Машиностроение. – 2014. – 520 с.
3. Васин С.А., Верещака А.С., Кушнер В.С. Резание материалов: Термомеханический подход к системе взаимосвязей при резании. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2001. – 448 с.
4. Проектирование режущих инструментов. Методические указания и задания к курсовой работе для студентов, обучающихся по специальности 151001 «Технология машиностроения» ИДО / сост. С.В. Кирсанов. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – С. 222.
5. Арляпов А.Ю., Галин Н.Е., Ким А.Б., Сбоев В.Н. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Резание материалов и режущий инструмент» – Томск, 2012. – 35 с.
6. Кирсанов С.В. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Резание материалов и режущий инструмент». – Москва, 2020. – С. 20-24.
7. Козлов В.Н. Методические указания по выполнению практических занятий по дисциплине «Резание материалов и режущий инструмент» – Иркутск, 2021, – 22 с.
8. Медведев Д.Д. Точность обработки в мелкосерийном производстве. – М.: Машиностроение, 1973. – 120 с.
9. Резников, А.Н. Тепловые процессы в технологических системах: Учеб. для вузов. /А.Н. Резников. – М.: Машиностроение, 1990. – 288 е.: ил.

References

1. Kozhevnikov D.V., Kirsanov S.V. Rezaniye materialov. – M.: Mashinostroyeniye, 2012. –304 s. (In Russian).
2. Kozhevnikov D.V., Grechishnikov V.A., Kirsanov S.V., Grigor'yev S.N., Skhirtladze A.G. Rezhushchiy instrument: uchebnik dlya vuzov / Pod obshch. red. S.V. Kirsanova. M.: Mashinostroyeniye, 2014, 520 s. (In Russian).
3. Vasin S.A., Vereshchaka A.S., Kushner B.C. Rezaniye materialov: Termomekhanicheskiy podkhod k sisteme vzaimosvyazey pri rezanii. M.: Izd-vo MGTUim. N.E.Baumana, 2001. 448s. (In Russian).
4. Proyektirovaniye rezhushchikh instrumentov. Metodicheskkiye ukazaniya i zadaniya k kursovoy rabote dlya studentov, obuchayushchikhsya po spetsial'nosti 151001 «Tekhnologiya mashinostroyeniya» IDO / sost. S.V. Kirsanov. – Tomsk: Izd-vo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta, 2010.– s. 222. (In Russian).
5. Arlyapov A.YU., Galin N.Ye., Kim A.B., Sboyev V.N. Metodicheskkiye ukazaniya po vypolneniyu laboratornykh rabot po distsipline «Rezaniye materialov i rezhushchiy instrument»– Tomsk, 2012, – 35 s. (In Russian).
6. Kirsanov S.V. Metodicheskkiye ukazaniya po vypolneniyu laboratornykh rabot po distsipline «Rezaniye materialov i rezhushchiy instrument»– Moscow, 2020, – 20-24 s. (In Russian).
7. Kozlov V.N. Metodicheskkiye ukazaniya po vypolneniyu prakticheskikh zanyatiy po distsipline «Rezaniye materialov i rezhushchiy instrument» – Irkutsk, 2021, – 22 s. (In Russian).
8. Medvedev D.D. Tochnost' obrabotki v melkoseriynom proizvodstve. – M.: Mashinostroyeniye, 1973. – 120 s. (In Russian).
9. Reznikov A.N. Teplovyeye protsessy v tekhnologicheskikh sistemakh: Ucheb. dlya vuzov. /A.N. Reznikov. – M.: Mashinostroyeniye, 1990. – 288 e.: il. (In Russian).

К.К. Мамырбаев*, Е.Т. Абилямжинов
¹Университет имени Шакарима города Семей,
071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки., 20 А
*e-mail: k_mamyrbaev_k@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ, ОБРАЗУЮЩЕЙСЯ В ПРОЦЕССЕ РЕЗКИ ПРИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

В этой научной статье рассматриваются тепловые явления, возникающие в процессе резки, примеры измерения температуры процесса резки. Было предложено 4 способа измерения температуры резки и определен наиболее подходящий метод. Способ 1-определить среднюю температуру, которая будет в резачке. Метод 2-метод искусственного термопара. Метод 3-это метод экспериментального получения распределения температуры на определенных участках резца. Метод 4-это метод получения аналоговых или экспериментальных данных с помощью вычислений. Эти методы были полностью рассмотрены, сравнивались преимущества с недостатками и выбирался наиболее оптимальный метод. Кроме того, было отмечено влияние инструмента на процесс резки. Например, уменьшение доли тепла, поступающего на инструмент, не означает понижения температуры на контактных накладках инструмента и на самом режущем клине. Напротив, по мере увеличения скорости резки температура значительно увеличивается. Также было отмечено влияние материала на точность процесса резки. В качестве примера был взят материал стали 40Х. Учитывая его теплопроводность, была выявлена температурная деформация, возникающая в процессе резки. То есть, чем выше теплопроводность обрабатываемого материала, тем больше тепла передается заготовке. Кроме того, в этой статье также говорилось о влиянии интенсивности износа инструмента.

Ключевые слова: режущие инструменты, температура резки, температурная деформация, температурное поле, калориметрический метод.

К.К. Mamyrbayev*, E.T. Abilmazhinov
Shakarim University of Semey
071412, Republic of Kazakhstan, Semey, 20 A Glinki Street
*e-mail: k_mamyrbaev_k@mail.ru

STUDY OF THE TEMPERATURE GENERATED DURING THE CUTTING PROCESS DURING MECHANICAL PROCESSING

Annotation: *This scientific article discusses thermal phenomena that occur during the cutting process, examples of measuring the temperature of the cutting process. 4 methods of measuring the cutting temperature were proposed and the most suitable method was determined. Method 1-determine the average temperature that will be in the cutter. Method 2-artificial thermocouple method. Method 3 is a method of experimentally obtaining the temperature distribution in certain areas of the cutter. Method 4 is a method of obtaining analog or experimental data using calculations. These methods were fully reviewed, advantages were compared with disadvantages, and the most optimal method was chosen. In addition, the influence of the tool on the cutting process was noted. For example, a decrease in the proportion of heat entering the tool does not mean a decrease in temperature on the contact pads of the tool and on the cutting wedge itself. On the contrary, as the cutting speed increases, the temperature increases significantly. The influence of the material on the accuracy of the cutting process was also noted. As an example, the material of 40X steel was taken. Taking into account its thermal conductivity, the temperature deformation that occurs during the cutting process was revealed. That is, the higher the thermal conductivity of the processed material, the more heat is transferred to the workpiece. In addition, this article also talked about the impact of the intensity of tool wear.*

Key words: cutting tools, cutting temperature, temperature deformation, temperature field, calorimetric method.

Авторлар туралы мәліметтер

Қуандық Қайратұлы Мамырбаев* – «Технологиялық жабдықтар және машина жасау» кафедрасының магистранты; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті; Қазақстан; e-mail: k_mamyrbaev_k@mail.ru.

Ермек Төлегенович Абилямажинов – техника ғылымдарының докторы, Технологиялық жабдықтар және машина жасау» кафедрасының профессоры; Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті; Қазақстан; e-mail: eras71@mail.ru. ORCID: eras71@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0001-7344-097X>.

Сведения об авторах

Қуандық Қайратұлы Мамырбаев* – магистрант кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей; Казахстан; e-mail: k_mamyrbaev_k@mail.ru.

Ермек Төлегенович Абилямажинов – доктор технических наук, профессор кафедры «Технологическое оборудование и машиностроение»; Университет имени Шакарима города Семей; Казахстан; e-mail: eras71@mail.ru. ORCID: eras71@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0001-7344-097X>.

Information about the authors

Kuandyk Kairatovich Mamyrbayev* – Master's student of the Department of «Technological Equipment and Mechanical Engineering»; Shakarim University of Semey; Kazakhstan; e-mail: k_mamyrbaev_k@mail.ru

Yermek Tolegenovich Abilmazhinov – Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department «Technological Equipment and Mechanical Engineering»; Shakarim University of Semey; Kazakhstan; e-mail: eras71@mail.ru. ORCID: eras71@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0001-7344-097X>.

Материал 24.03.2023 ж. баспаға түсті.

DOI: 10.53360/2788-7995-2023-2(10)-5

МРНТИ: 50.03.03

С.Т. Сулейменова¹, Ж. Мүсіріпша¹, Н.П. Кабулов¹, Е.А. Оспанов^{2*}

¹Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, 010008, Республика Казахстан, г. Астана, ул. К. Сатпаева, 2

²Университет имени Шакарима города Семей, 071412, Республика Казахстан, г. Семей, ул. Глинки, 20 А

*e-mail: 78oea@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ САМОБАЛАНСИРУЮЩЕГОСЯ ДВУХКОЛЕСНОГО РОБОТА

Аннотация: Основными характеристиками системы управления являются устойчивость и качество регулирования. Устойчивая система всегда возвращается в положение равновесия после того, как перестает действовать внешнее возмущение. Неустойчивая система уходит в разнос, после малейшего толчка.

Самобалансирующий робот имеет много разных датчиков. Для поддержания баланса будут использованы датчик вращательного движения и датчик угловой скорости. Скоростью моторов можно управлять, меняя скважность широтно – импульсной модуляции. Модель робота принимает на вход значение напряжения и выдает состояние системы. На выходе функции выдаются значение с энкодеров и гироскопа. Робот будет стоять, только если будет разработан контроллер, который сделает всю систему устойчивой. Контроллер должен обеспечить устойчивость робота. Так как положение робота нестабильно, для сохранения балансировки, перемещение робота должно быть в