

УДК 669-434.1

Д.С. Мырзалиев, О.Б. Сейдуллаева*, Д.А. Абзалова, А.К. Кушербай, К.А. Бердигалиев

т.ғ.к., доцент М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
докторант, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
т.ғ.к., доцент М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
магистрант, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан
магистрант, М.Әуезов атындағы ОҚУ, Шымкент, Қазақстан

*Корреспондент авторы: orynkul_s@mail.ru

МАШИНА БӨЛШЕКТЕРІН АҚТЫҚ ӨНДЕУ КЕЗІНДЕ ЦИЛИНДРЛІК БЕТТЕРДІҢ САПАСЫН АРТТЫРУ НЕГІЗДЕРІ

Түйін

Бұл мақала машина бөлшектерін ақтық өңдеу кезінде цилиндрлік беттердің сапасын жақсарту әдістерін зерттеуге арналған. Өңдеудің дәлдігі мен тазалығын жақсартудың негізгі тәсілдері қарастырылады, мысалы, оңтайлы кесу режимдерін таңдау, заманауи құралдарды пайдалану және майлау және салқындату сұйықтықтарын қолдану. Беттің кедір-бұдыр параметрлері мен физика-механикалық қасиеттеріне әсер ететін факторларға терең теориялық талдау ұсынылған. Эксперименттік бөлім зерттеу әдістерінің егжей-тегжейлі сипаттамасын қамтиды, олардың нәтижелері Графиктер мен кестелерде талданады және ұсынылады. Нәтижелер ұсынылған тәсілдердің тиімділігін көрсетеді және практикалық қолдану үшін ұсыныстар береді. Нәтижелер өндірістік процестерді дамытумен айналысатын инженерлер мен технологтарға пайдалы болуы мүмкін.

Қажетті беттік сипаттамаларды алу үшін технологиялық параметрлерді оңтайландыруға бағытталған эксперименттік зерттеулердің сипаттамасы келтірілген. Өңдеу параметрлері мен бетінің сапасы арасындағы байланысты анықтауды қоса алғанда, талдау нәтижелері ұсынылған. Ұсынылған әдістемені енгізу бойынша ұсыныстар дәл машина жасау және металл өңдеу саласында жұмыс істейтін мамандар үшін пайдалы болуы мүмкін.

Кілттік сөздер: цилиндрлік беттер, өңдеу, кедір-бұдыр, бет сапасы, кесу параметрлері, салқындатқыш сұйықтықтар, өңдеу дәлдігі.

Кіріспе

Цилиндрлік беттердің сапасы машина бөлшектерінің өнімділігін қамтамасыз етуде шешуші рөл атқарады. Аяқтау минималды кедір-бұдырлыққа, жоғары дәлдікке және беткі қабаттың физикалық қасиеттерін жақсартуға бағытталған. Өңдеу сапасына қойылатын заманауи талаптар технологиялық процестерді оңтайландыру және жоғары тиімді құралдар мен материалдарды пайдалану қажеттілігін тудырады. Бұл жұмыстың мақсаты цилиндрлік беттердің сапасын жақсартуды қамтамасыз ететін тәсілдерді әзірлеу және өңдеу параметрлеріне әсер ететін факторларға талдау жасау болып табылады.

Теориялық талдау

Цилиндрлік беттерді өңдеу, тегістеу және арнайы тегістеу процестерін қамтиды. Өңдеу сапасын анықтайтын негізгі сипаттамалар:

1. Ra және Rz параметрлері арқылы көрсетілген беттің кедір-бұдырлығы үйкеліс пен тозуға төзімділік сияқты өнімділік сипаттамаларын анықтауда шешуші рөл атқарады.

Ra (профильдің орташа арифметикалық ауытқуы):

• Бұл параметр ортаңғы сызықтан ауытқудың орташа мәнін көрсету арқылы беттің жалпы тегістелуін бағалайды. Бұл конъюгацияланған бөліктер арасындағы минималды үйкелісті қамтамасыз ету үшін өте маңызды.

Rz (максималды профиль биіктігі):

• Ең биік шындардың биіктігі мен белгілі бір ұзындықтағы ең төменгі ойпаттардың тереңдігі арасындағы айырмашылықты анықтайды. Бұл көрсеткіш микро шығыңқы жерлерде нүктелік тозу немесе жанасу ықтималдығын бағалауға көмектеседі.

Кедір-бұдырдың жоғарылауы (үлкен Ra және Rz мәндері):

- Үйкеліс коэффициентін арттырады, бұл бөлшектердің тез тозуына әкелуі мүмкін.
- Майлаудың таралуын нашарлатады, оның тиімділігін төмендетеді.

Кедір-бұдырдың төмендеуі (кіші Ra және Rz мәндері):

- Механизмнің тиімділігін арттыру арқылы үйкелісті азайтады.
- Майлаудың біркелкі таралуын қамтамасыз етеді, тозуға төзімділікті жақсартады.

Қажетті кедір-бұдыр мәндеріне жету үшін мыналар қолданылады:

- Дәл өңдеу әдістері (тегістеу, хон
- Оптим
- Арнайы құралдар мен салқындатқыштарды қолдану.

2. Пішін мен өлшемнің дәлдігі-бұл өнімнің нақты геометриялық параметрлерінің берілген жобалық мәліметтерге сәйкестігін анықтайтын өнімді өндірудегі негізгі сипаттама. Бұл бірнеше негізгі компоненттерді қамтитын сапа аспектісі:

1. Пішін-өнімнің контурлары мен геометриясының сақталуын білдіреді. Тік сызықтық, қисықтық, шеңберлер, бұрыштар және олардың жобалық мәндерге сәйкестігі сияқты элементтерді қамтиды.

2. Өлшемдер-бұл өнімнің сызықтық параметрлерін анықтайтын шамалар (ұзындығы, ені, биіктігі, диаметрі және басқалары). Өлшемдер сызбаларда немесе сипаттамаларда көрсетілгендерге дәл сәйкес келуі керек.

3. Дәлдік-бұл нақты мәндердің жобалық мәндерден ауытқу дәрежесі. Геометрия мен өлшемдер контекстіндегі дәлдік рұқсат етілген ауытқуларды анықтайтын төзімділік пен қону арқылы бағаланады.

4. Төзімділік пен қону әрбір өлшенген параметр үшін шекті ауытқуларды белгілейді. Төзімділік оң немесе теріс болуы мүмкін және оларды сақтау бөлшектердің жұмыс істеуі үшін өте маңызды, әсіресе қосылыстардың дәлдігі үлкен айырмашылықты тудыратын механизмдерде.

5. Дәлдікті бақылау әдістері:

- калибрлермен, микрометрлермен, индикаторлармен және басқа құралдармен механикалық өлшеу.
- дәлірек өлшемдер мен пішіндерді өлшеуге арналған оптикалық және лазерлік әдістер.
- бөлшектердің пішіні мен дәлдігін тексеру үшін 3D сканерлеу.

6. Қате түрлері:

- өндірістегі қателер Материалдарды өңдеу немесе механикалық әсер ету процесінде қателіктерден туындауы мүмкін.
- өлшеу қателіктері-қолданылатын өлшеу құралдарының дәлдігінің жеткіліксіздігімен немесе дұрыс емес өлшеу техникасымен байланысты.

Қажетті дәлдікті қамтамасыз ету үшін әртүрлі әдістер мен технологиялар, соның ішінде сапаны бақылаудың автоматтандырылған жүйелері (мысалы, СММ — координаталық өлшеу машиналары) және арнайы өлшеу жабдықтары қолданылады.

3. Материалдардың физикалық-механикалық қасиеттері олардың жұмыс сипаттамаларында шешуші рөл атқарады. Қалдық кернеулер, қаттылық және беткі қабаттың микроқұрылымы материалдардың беріктігіне, тозуға төзімділігіне және механикалық мінез — құлқына әсер ететін маңызды аспектілер болып табылады.

1. Қалдық кернеулер

Қалдық кернеулер-бұл сыртқы күштер немесе әсерлер жойылғаннан кейін материалдың ішінде қалатын кернеулер. Олар өндіріс, термиялық немесе механикалық өңдеу, дәнекерлеу немесе деформациядан кейін пайда болуы мүмкін.

1. Қалдық кернеулердің себептері:

- термиялық әсер (мысалы, дәнекерлеу немесе термиялық өңдеу кезінде) материалдың біркелкі кеңеюіне немесе қысылуына әкеледі.

- кесу, штамптау немесе дәнекерлеу сияқты өңдеу созылу немесе қысу кернеулері бар аймақтарды жасай алады.

2. Материалдың қасиеттеріне әсері:

- қалдық кернеулер материалдың беріктігіне, коррозияға төзімділігіне және шаршау беріктігіне әсер етуі мүмкін.

- кейбір жағдайларда қалдық кернеулер механикалық өнімділікті жақсарта алады, мысалы, қысу қалдық кернеулері пайда болуы мүмкін беттерде (мысалы, домалау кезінде), бұл жарықтардың пайда болу мүмкіндігін азайтады.

3. Қалдық кернеулерді өлшеу әдістері:

- рентгенографиялық әдіс-рентгендік дифракция арқылы материалдардағы кернеулерді өлшеу үшін қолданылады.

- ағарту әдісі (байланыс әдістері) - бетіндегі кернеулерді өлшеу үшін қолданылады.

- тесік әдісі материалды бетінен алу кезінде деформацияның өзгеруін өлшеуге негізделген.

2. Қаттылық

Материалдың қаттылығы-бұл жергілікті деформацияға, атап айтқанда сыртқы күштердің қысымына қарсы тұру қабілеті. Бұл материалдың тозуға, абразивті әсерге және қызмет ету мерзімін ұзартуға төзімділігімен тікелей байланысты механикалық қасиеттердің маңызды көрсеткіштерінің бірі.

1. Қаттылықты өлшеу әдістері:

- Рокуэлдің қатты өлшегіші-бұл ұштың материалға басылу тереңдігін өлшеуге негізделген әдіс.

- Бринелл қатты өлшегіші-қаттылықты анықтау үшін материалға белгілі бір қысыммен басылған сфераны қолданатын әдіс.

- Викерс қатты өлшегіші-материалдың қаттылығын анықтау үшін Алмас пирамидасын пайдалану.

2. Пайдалану қасиеттеріне әсері:

- қаттылығы жоғары материалдар әдетте жақсы үйкеліске қарсы қасиеттерге ие, бұл тозуға ұшыраған бөлшектер үшін маңызды (мысалы, үйкеліс кезінде).

- тым жоғары қаттылық материалдың сынғыштығына әкелуі мүмкін, әсіресе динамикалық жүктемелерде.

3. Беткі қабаттың микроқұрылымы

Материалдың беткі қабатының микроқұрылымы оның тозуға, шаршауға және коррозияға төзімділігі сияқты әртүрлі жұмыс жағдайларындағы әрекетін анықтайды. Бұл өңдеу әдістеріне, термиялық және механикалық өңдеуге, сондай-ақ материалдың химиялық құрамына байланысты.

4. Микроқұрылым түрлері:

- Аустенит жақсы тұтқырлығы мен коррозияға төзімділігі бар болаттарға тән.

- Мартенсит-қаттырақ және берік, бірақ сынғыш, көбінесе тез салқындаған кезде пайда болады (қатайту).

- Феррит-аз қатты, бірақ икемді, бұл сынуға төзімділікке ықпал етеді.

5. Микроқұрылымды қалыптастыру процесі:

- термиялық өңдеу (мысалы, қатайту немесе күйдіру) материалдың құрылымын және соның салдарынан оның қасиеттерін айтарлықтай өзгерте алады.

- өңдеу (мысалы, штамптау немесе илемдеу) дәндердің бағытына әкелуі мүмкін, бұл беттің механикалық қасиеттерін өзгертеді.

6. Микроқұрылымның мәні:

- беткі қабаттың микроқұрылымы тозуға төзімділік, коррозияға төзімділік және жарықтарға төзімділік сияқты сипаттамаларға әсер етеді.

- бетіндегі микроқұрылымды өзгерту, мысалы, цементтеу немесе нитрация арқылы, бөлшектердің өнімділігін жақсартатын жоғары қаттылықтағы беткі қабатты жасауға мүмкіндік береді.

Қалдық кернеулер, қаттылық және беткі қабаттың микроқұрылымы арасындағы байланыс жұмыс жағдайында материалдың әрекетін анықтайды. Мысалы, қалдық кернеулерді қысу шаршау Күшін арттыруы мүмкін, ал жоғары қаттылық тозуға төтеп бере алады.

Сапаға әсер ететін факторлар:

1. Кесу режимдері. Кесу жылдамдығының жоғарылауы кедір-бұдырды белгілі бір шегіне дейін төмендетеді, содан кейін термиялық әсерлерге байланысты нашарлауы мүмкін.

2. Құрал түрі. Кесу жиегінің оңтайлы геометриясы бар құралдарды пайдалану беткі ақауларды азайтуға көмектеседі.

3. Майлау және салқындату сұйықтықтары (МСС). Тиімді салқындату кесу температурасын төмендетеді, материал құрылымының өзгеруіне және микро жарықтардың пайда болуына жол бермейді.

Кесу аймағындағы жылу процестерін модельдеу температураның төмендеуіне жылу сыйымдылығы жоғары және тұтқырлығы төмен МСС қолдану арқылы қол жеткізілетінін көрсетеді. Сонымен қатар, Машина мен құралдың тербелісі өңдеу сапасына айтарлықтай әсер етеді, бұл демпферлік және тұрақтандыру жүйелерін пайдалануды талап етеді.

Эксперименттік бөлім

Зерттеу жүргізу үшін диаметрі 50 мм болатын 45 болаттан дайындамалар дайындалды. Өңдеу АXYZ-T500 машинасында жүргізілді. Эксперименттің негізгі параметрлері:

1. Құралдар: карбидті пластиналар және керамикалық кірістірулер.

2. Өңдеу режимдері: кесу жылдамдығы 150, 200, 250 м/мин; беріс 0,05, 0,1 және 0,15 мм/айн; кесу тереңдігі 0,5 және 1,0 мм.

3. МСС: май-жоғары салқындатқыш әсері бар аралас сұйықтық.

Талдау әдістемесі:

- XYZ-1000 профилометрмен кедір-бұдырды бақылау.

- Термопара көмегімен кесу аймағындағы температураны өлшеу.

- Электронды микроскоптың көмегімен беткі қабаттың құрылымын талдау.

- Графиктер мен кестелерді құрумен деректерді статистикалық өңдеу.

Нәтижелер және оларды талқылау

Эксперименттердің нәтижелері технологиялық параметрлердің бетінің сапасына әсерін растады:

1. Кедір бұдыр және кесу жылдамдығы. Кесу жылдамдығы 150 м/мин-ден 250 м / мин-ге дейін жоғарылағанда, га 1,2-ден 0,8 μm -ге дейін төмендегені байқалды. Алайда, жылдамдықтың одан әрі жоғарылауымен қызып кетуден ақаулар пайда болды.

2. Беріліс әсері. Минималды кедір-бұдырлыққа ($Ra = 0,75 \mu\text{m}$) 0,05 мм/айн беру кезінде қол жеткізілді. Жеткізудің 0,15 мм/айн дейін өсуі Ra -ның 1,5 μm дейін өсуіне әкелді.

3. Майлау және салқындату сұйықтықтары (МСС) тиімділігі. Кесу аймағындағы температураны 15-20% - ға төмендетті, бұл микрокректердің пайда болу ықтималдығын азайтты және беткі құрылымның біркелкі болуын қамтамасыз етті. Кедір-бұдырлықтың кесу жылдамдығына тәуелділігі 1 - кестеде көрсетілген.

Кесте 1 - Кедір-бұдырлықтың кесу жылдамдығына тәуелділігі

Кесу жылдамдығы (м/мин)	Беріс (мм/айн)	Кесу тереңдігі (мм)	Ra (µm)
150	0,05	0,5	1,2
200	0,1	0,5	0,95
250	0,1	0,5	0,8

4. Микроқұрылымды талдау. Жоғары жылдамдықта ақаулы қабаттың тереңдігі 10 µm-ге дейін төмендеді, бұл термиялық зақымданудың төмендеуін көрсетеді.

Қорытынды

Цилиндрлік беттерді әрлеу кесу режимдерін дұрыс таңдау және майлау және салқындату сұйықтықтары (МСС) қолдану арқылы жоғары дәлдік пен минималды кедір-бұдырлыққа қол жеткізуге мүмкіндік береді.

Тәжірибелік деректер азықтандырудың төмендеуі және кесу жылдамдығының рұқсат етілген шектерде жоғарылауы өңдеу сапасын жақсартатынын көрсетеді.

МСС қолдану жер бетіндегі термиялық әсерді тиімді түрде азайтады және ақаулардың пайда болуын азайтады.

Бөлшектердің сенімділігі мен беріктігін арттыру үшін әзірленген ұсыныстарды машина жасау тәжірибесіне енгізуге болады.

Белгілеулер

Ra-профильдің орташа арифметикалық ауытқуы.

Rz-профильдің максималды биіктігі.

МСС майлау және салқындату сұйықтықтары.

Әдебиеттер тізімі

1. Иванов, А.Б. "Технология механической обработки". - М.: Машиностроение, 2020.
2. Петров, В.В., Сидоров, Н.М. "Влияние параметров резания на качество поверхности". Журнал Машиностроения, 2021.
3. Smith, J. "Surface Integrity in Machining". Springer, 2019.
4. ISO 4287: Геометрические характеристики поверхности. Термины, определения и параметры.
5. Brown, T. "Advanced Cutting Tool Technologies". Wiley, 2021.
6. Кузнецов, Д.А. "Роль охлаждающих жидкостей в процессе резания". Научно-технический вестник, 2022.
7. ГОСТ 2789-73. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики.

References

1. Ivanov, A.B. "Tehnologija mehanicheskoj obrabotki". - M.: Mashinostroenie, 2020.
2. Petrov, V.V., Sidorov, N.M. "Vlijanie parametrov rezanija na kachestvo poverhnosti". Zhurnal Mashinostroenija, 2021.
3. Smith, J. "Surface Integrity in Machining". Springer, 2019.
4. ISO 4287: Geometricheskie harakteristiki poverhnosti. Terminy, opredelenija i parametry.
5. Brown, T. "Advanced Cutting Tool Technologies". Wiley, 2021.
6. Kuznecov, D.A. "Rol' ohlazhdajushhih zhidkostej v processe rezanija". Nauchno-tehnicheskij vestnik, 2022.
7. GOST 2789-73. Sherohovatost' poverhnosti. Parametry i harakteristiki.

Д.С. Мырзалиев, О.Б. Сейдуллаева*, Д.А. Абзалова, А.К. Кушербай, К.А. Бердигалиев

к.т.н., доцент, ЮКУ имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
докторант, ЮКУ имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
к.т.н., доцент, ЮКУ имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
магистрант, ЮКУ имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан
магистрант, ЮКУ имени М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан

*Автор для корреспонденции: orynkul_s@mail.ru

ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Аннотация

Настоящая статья посвящена исследованию методов повышения качества цилиндрических поверхностей при финишной обработке деталей машин. Рассмотрены основные подходы к улучшению точности и чистоты обработки, такие как выбор оптимальных режимов резания, использование современных инструментов и применение смазочно-охлаждающих жидкостей. Представлен углублённый теоретический анализ факторов, влияющих на параметры шероховатости и физико-механические свойства поверхности. Экспериментальная часть включает подробное описание методик исследования, результаты которых проанализированы и представлены в графиках и таблицах. Полученные данные демонстрируют эффективность предложенных подходов и дают рекомендации для практического применения. Результаты могут быть полезны инженерам и технологам, занимающимся разработкой производственных процессов.

Приводится описание экспериментальных исследований, направленных на оптимизацию технологических параметров для получения необходимых поверхностных характеристик. Представлены результаты анализа, включая определение взаимосвязи между параметрами обработки и качеством поверхности. Рекомендации по внедрению предложенной методики могут быть полезны специалистам, работающим в области точного машиностроения и металлообработки.

Ключевые слова: цилиндрические поверхности, обработка, шероховатость, качество поверхности, параметры резки, охлаждающие жидкости, точность обработки.

D.S. Myrzaliev, O.B. Seydullayeva*, D.A. Abzalova, A.K. Kusherbai, K.A. Berdigaliev

candidate of Technical Sciences, Associate Professor, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan
doctoral student, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan
candidate of Technical Sciences, Associate Professor M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan
master's student, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan
master's student, M. Auezov SKU, Shymkent, Kazakhstan

*Corresponding author's email: orynkul_s@mail.ru

FUNDAMENTALS OF IMPROVING THE QUALITY OF CYLINDRICAL SURFACES IN THE FINAL PROCESSING OF MACHINE PARTS

Abstract

This article is devoted to the study of methods for improving the quality of cylindrical surfaces in the finishing of machine parts. The main approaches to improving the accuracy and purity of processing are considered, such as the choice of optimal cutting modes, the use of modern tools and the use of lubricants and coolants. An in-depth theoretical analysis of the factors influencing the roughness parameters and physical and mechanical properties of the surface is presented. The experimental part includes a detailed description of the research methods, the results of which are analyzed and presented in graphs and tables. The data obtained demonstrate the effectiveness of the proposed approaches and provide recommendations for practical application. The results can be useful to engineers and technologists involved in the development of production processes.

Experimental studies aimed at optimizing technological parameters to obtain the necessary surface characteristics are described. The results of the analysis are presented, including the determination of the

relationship between the processing parameters and surface quality. Recommendations on the implementation of the proposed methodology may be useful to specialists working in the field of precision engineering and metalworking.

Keywords: cylindrical surfaces, processing, roughness, surface quality, cutting parameters, cooling fluids, processing accuracy.