

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ  
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық  
емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

6B07103 - Автоматтандыру және роботтандыру

Омархан Асқар

Кесу процесін автоматты реттеу жүйесін әзірлеу

Дипломдық жобаға  
**ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА**

6B07103 - Автоматтандыру және роботтандыру

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ  
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық  
смес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**

Автоматтандыру және басқару  
кафедрасының меңгерушісі,  
физика-математика ғылымдарының  
кандидаты

Алдияров Н.У.

«    »    2023 ж.

Дипломдық жобаға  
**ТҮСІНДІРМЕ ЖАЗБА**

Тақырыбы «Кесу процесін автоматты реттеу жүйесін әзірлеу»

6B07103 - «Автоматтандыру және роботтандыру» мамандығы

Орындаған

Рецензент

т.ғ.к. доцент

Гуманов И.Е.

«    »    2023 ж.

Омархан Асқар

Ғылыми жетекші:

т.ғ.к., қауымд. профессор

Орынбет М.М.

«    »    2023 ж.

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ  
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық  
емес акционерлік қоғамы

Автоматика және ақпараттық технологиялар институты

Автоматтандыру және басқару кафедрасы

6B07103 - «Автоматтандыру және роботтандыру» мамандығы

**БЕКІТЕМІН**  
Автоматтандыру және басқару  
кафедрасының меңгерушісі,  
физика-математика ғылымдарының  
кандидаты \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_ Алдияров Н.У.  
«\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 ж.

**Дипломдық жобаны орындауға арналған  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Омархан Асқар

Жобаның тақырыбы: «Кесу процесін автоматты реттеу жүйесін әзірлеу»

Университет проректоры Б.А.Жаутиковтың «23» қараша 2022 ж. № «408-П/Ө»  
бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 ж.

Дипломдық жобаның бастапқы деректері: \_\_\_\_\_

Дипломдық жобада әзірлеуге жататын мәселелер тізімі:

а) кіріспе;

б) технологиялық бөлім, есептеу бөлімі;

Графикалық материалдар тізімі (міндетті сызбаларды дәл көрсете отырып): *функционалдық сұлба*




*Жұмыс презентациясы \_\_\_\_\_ слайдтарда көрсетілген.*

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер 15 атаулардан тұрады.

Дипломдық жобаны дайындау  
КЕСТЕСІ

Бөлімдердің атауы, зерттеп дайындалатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
Технологиялық бөлім		
Есептеу бөлімі		

Аяқталған дипломдық жоба үшін, оған қатысты бөлімдердің жобасын көрсетумен,  
кеңесшілер мен норма бақылаушының қойған қолдары

Бөлімдер атауы	Кенесшілер тегі, аты, әкесінің аты, (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Технологиялық бөлім	Орынбет М.М., т.ғ.к., қауымдастырылған профессор		
Есептеу бөлім	Орынбет М.М., т.ғ.к., қауымдастырылған профессор		
Норма бақылаушы	Жанабаева Э.Ж., техника ғылымдарының магистрі, ассистент	12.06.23	

Ғылыми жетекшісі \_\_\_\_\_ Орынбет М.М.

Тапсырманы орындауға қабылдаған білім алушы \_\_\_\_\_ Омархан А.

Күні « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 ж.

## **АНДАТПА**

Бұл дипломдық жұмыста басқару теориясы қолданылатын металл кесу үдерісін басқару саласындағы зерттеулер сипатталған. Біріншіден, металл кесудің технологиялық бөлігі сипатталды, сондай-ақ металл кесудің жіктелуі, әдістері, түрлері мен қолданылуы қарастырылды, металл кесу жұмыстарындағы технологиялық бақылау мәселесі қарастырылды. Осы бағыттар бойынша зерттеулер қорытындыланады, ал кейбір нәтижелері математикалық модель ретінде ұсынылады.

## **АННОТАЦИЯ**

В этой дипломной работе описываются исследования в области управления процессами резки металла, где в которых применяется теория адаптивного управления. В-первых, описана технологическая часть резания металла, а также были рассмотрены классификация, методы, виды и применение резания металла а также рассмотрена проблема управления процессом в металлорежущих операциях. Исследования в этих областях суммируются, и некоторые результаты представлены в качестве математической модели.

## **ANNONTATION**

This thesis paper describes research in the field of metal cutting process management, in which the theory of adaptive control is applied. Firstly, the technological part of metal cutting was described, as well as the classification, methods, types and application of metal cutting were considered, and the problem of process control in metal-cutting operations was considered. Studies in these areas are summarized, and some results are presented as a mathematical model.

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Технологиялық бөлім	8
1.1 Металл кесу басқару жүйесінің технологиялық процесі	8
1.2 Металл кесудің жіктелуі	8
1.3 Металды механикалық кесуді қолдану	9
1.4 Лазерлік кесу әдісі	11
1.4.1 Лазерлік кесудің артықшылықтары	12
1.4.2 Металды лазерлік кесуді қолдану	12
1.4.3 Лазерлік кесу мүмкіндіктері	13
1.4.4 Қуат тұтыну	14
1.4.5 Өндіріс және кесу қарқыны	14
1.5 Плазмалық кесу әдісі	15
1.5.1 Процесс негіздері	15
1.5.2 Қуат көзі	16
1.5.3 Газ құрамы	16
1.5.4 Кесу сапасы	17
1.5.5 Қос газ	18
1.5.6 Ауа плазмасы	18
1.5.7 Плазмалық кесудің артық шылықтары мен кемшіліктері	19
1.6 Металды су ағыны арқылы кесу әдісі	19
1.6.1 Гидрожарылыс қысымы	20
1.6.2 Су ағынының сорғылары: күшейткіш және тікелей жетек	21
1.6.3 Металдарды су ағынымен кесудің негізгі артықшылықтары	22
2 Есептеу бөлімі. Кесу күші бойынша тегістеу процесін басқарудың адаптивті жүйесінің синтезі	24
2.1 Технологиялық процесті басқару объектісі ретінде талдау	24
2.2 Металды кесу процесін басқаруға шолу	25
2.3 ОЖ-нің математикалық моделін және негізгі тізбектің басқару құрылғысын анықтау	27
2.4 Автоматты металл кесу қозғалтқышының электр бөлігі	29
2.5 Автоматты металл кесу қозғалтқышының механикалық бөлігі	30
2.6 Адаптивті басқару қажеттілігінің негіздемесі	33
2.7 Адаптивті басқару жүйесінің класын таңдау	34
2.8 Компьютерлік модельдеу нәтижелері бойынша жүйені талдау	35
Қорытынды	37
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	38

## КІРІСПЕ

Металл кесудің шығу тегі Орта ғасырлардан бастау алады. Металды кесудегі негізгі жетістіктер 18-ші ғасырдың ортасынан бастап табыла бастады. Станок қозғалтқышының енгізілуі алғашқы өнеркәсіптік революцияға әкелді. Бұл цилиндрлер мен тегіс беттерді, жіптерді, ойықтарды, тесіктерді жасау үшін өндірілетін кескіш станоктар. Металл кесетін станоктарды басқару 1940 жылдардың аяғында қарапайым қалқан контроллерлерінен және қажетті бөлік үлгісіндегі қозғалысты бақылау және арттыру үшін серво дискілерді пайдаланатын көшірме машиналарынан басталды. Бірте-бірте бұл алғашқы құрылғылар сандық басқарылатын машиналарға айналды. Токарлық станок, фрезерлік станок, пішіндеуші, ара және т.б. машиналар өнеркәсіптің жаппай өндіріс қажеттіліктерін төмен шығындармен және жоғары дәлдікпен қанағаттандыру үшін жасалған. Бүгінгі таңда металды кесу өнеркәсіптің өте үлкен сегментіне айналды және қазіргі адам үшін таптырмас нәрсе. Металл кез-келген жасанды нысандарда қолданылатын жерде, оның машиналарды өңдеу арқылы соңғы сатыға жеткеніне сенімді бола аласыз. Жылдық шығындар тұрғысынан өңдеу ең маңызды болып табылады өндірістік процестер. Дүние жүзіндегі өндірушілер өңделген компоненттер мен өндірілген өнімдерде бәсекеге қабілеттілігін сақтау үшін үнемі арзан шешімдерге ұмтылады. Тұтастай алғанда, бөлшектердің сапасы қолайлы деңгейде табылды және бұл жақсаруды жалғастыруда, ал өнімнің өзіндік құнына қысым өте үлкен және үнемі төмен бәсекелестіктің әсері және сатып алушылардың стратегиясы.

Бұл дипломдық жобаның мақсаты металды кесу процесін басқару жүйесін әзірлеу болып табылады. Бірінші тарауда технологиялық процесс сипатталады, металды кесудің технологиялық процесі, олардың жіктелуі, түрлері, сонымен қатар қолданылуы. Екінші тарауда кесу күші бойынша тегістеу процесін басқарудың адаптивті жүйесінің синтезі сипатталған, функционалды схемалар қарастырылған, басқару объектісі мен басқару тізбегінің математикалық моделі зерттелген.

# 1 ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ БӨЛІМ

## 1.1 Металл кесу басқару жүйесінің технологиялық процесі

Металл кесу тас дәуірінде қолданылған ең көне өнердің бірі, бірақ металдарды кесу 18 ғасырға дейін мүмкін болмады және оны егжей-тегжейлі зерттеу шамамен жүз жыл бұрын басталды. Бұның "мақсаты кесу құралының көмегімен қаңылтырды немесе сұрыпты металдыөзімізге керек бөлшектерге бөліп алу, дайындау болып табылады. Бұл процесс бүкіл металл өңдеу саласының негізі болып табылады. Кесудің барлық түрлері кез-келген механикалық және тіпті электронды жабдықты жөндеу мен күтіп ұстауда міндетті түрде қажет етеді. Бүгінгі таңда металды кесу арнайы жабдықты қолдана отырып бірнеше әдістермен ұсынылған. Нұсқалардың әрқайсысы өзінің ерекше сапасы және қасиеттерімен ерекшеленеді, ал металды өңдеудің осы немесе басқа әдісін қолдану осы әдістерді білуді қажет етеді. Шағын кесу жұмыстары үшін қол құралдарын, соның ішінде қол қайшылары мен металл кесетін темір араларды қалаған пішінге дейін пайдалануға болады. Бұл кесу әдісі жұқа калибрлі алюминий сияқты икемді металдарды қолданатын жобалар үшін жақсы жұмыс істейді. Металды өте кішкентай бөлшектерге бөліп кесу қажет болса, металды кесу үшін қол құралдарын пайдалану ұсынылмайды, себебі металды кесуге қажетті күш оны мақсатына сай кесудің орнына жай ғана сындыруы мүмкін. Қалың немесе берік металдарды қолданатын жерлерде немесе үлкен жобалар үшін қолмен кесу әрдайым біз ойлағандай тиімді бола бермейді.

Бұл процеске қатысатын негізгі элементтер:

- металл блок (дайындама);
- Кесу құралы;
- станок;
- кесу сұйықтығы;
- кесу жылдамдығы (бастапқы қозғалыс);
- беру (қайталама қозғалыс);
- микрожүйе;
- беттік өңдеу.

Металды сәтті кесудің негізгі шарттары:

- жұмыс пен кескіш құрал арасындағы салыстырмалы қозғалыс;
- құрал материалы жұмыс материалынан қиын болуы керек;
- кескіш құралдың өткір кесу жиегі;
- бастапқы қозғалыс (кесу жылдамдығы);
- қайталама қозғалыс (кесу).

Процестің негізгі кемшіліктері:

- материалдың микросхема түрінде жоғалуы



## 1.2 Металл кесудің жіктелуі

Металды кесу әдістері - әр жеке жағдай үшін ең жақсы нұсқаны таңдауға мүмкіндік береді. Кейбір жағдайларда тұрғын үй массивтерінде жұмыс істеу кезінде шу, жарық және шаңның ластану факторы да ескеріледі. Металдарды кесу ерекшеліктерін ескеру маңызды, себебі бұл жұмыста және үнемдеуде сәттіліктің және уақыттың негізгі кепілі. Дұрыс таңдалған кесу түрі дайындама мен бөліктің техникалық сипаттамаларын сақтауға кепілдік береді. Қазіргі уақытта металды кесудің екі түрі бар бұл металды механикалық кесу және металды кесудің өнеркәсіптік түрлері.

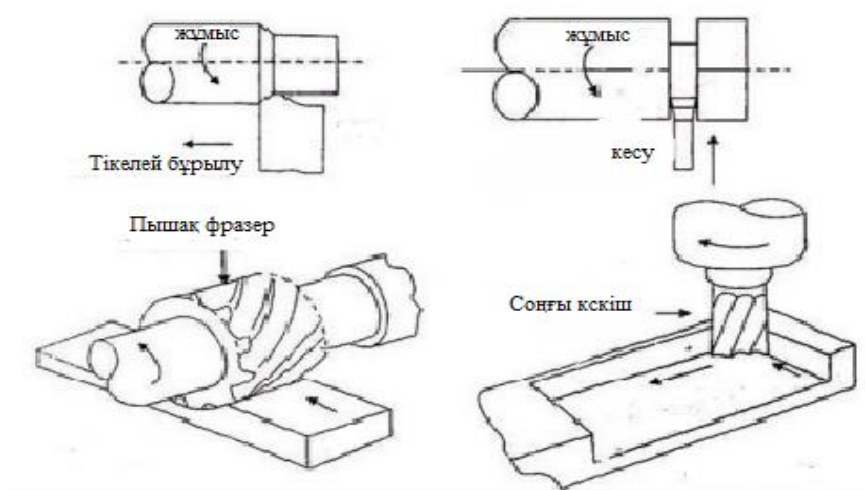
Механикалық бөлу тікелей байланысқа негізделген кесетін құралмен өңделетін металл. Құрал материалы, әдетте, металл, бірақ қаттылығы жоғары. Металды кесу процесінде құрал дайындаманың материалын микрожүйе түрінде сынғанға дейін деформациялайды. Деформация процесі айтарлықтай энергияны қажет етеді және құрал әртүрлі механикалық, термиялық жағдайларға төтеп бере алады, химиялық және трибологиялық жүктемелер. Бұл жүктемелер ақыр соңында құралдың тозуына және сынуына әкеледі. Сондықтан металды кесуді жақсы қолданудың мақсаты металды кесу үшін қажетті энергияны құралдың онда пайда болатын жүктемелерге сенімді төтеп беру қабілетімен теңестіру. Трибология-бұл белгілі бір температуралар мен қысымдарда бір-бірімен жанасатын беттердің бір-бірін қалай геометриялық түрде өзгертетінін зерттеу үшін қолданылатын ғылым. Механикалық қысым құралдың тозуын және сынуын тездетеді. Бос немесе қосулы бөлшектерді өңдеу кезінде пайда болатын үзік-үзік кесулер аспаптың сынуына немесе тозуына әкелуі мүмкін соққы жүктемелерін тудырады. Жылу жүктемелері дайындама материалының деформациясы жылу тудыратындықтан пайда болады, бұл температураның 800-900°C аралығында көтерілуіне әкеледі бұл мыналарды тудыруы мүмкін құралдың деформациясы және күңгірттенуі.

Термиялық кесу-бұл электр доғасының жылуы, сәулелену энергиясы немесе экзотермиялық реакция металды үдеткішпен балқыту немесе тотықтыру үшін қолданылатын процестер тобы кесуге қол жеткізу жылдамдығы. Металдарды кесу үшін доғаның жылуын пайдаланатын бірқатар процестер бар және оларға экрандалған металл доғасы, ауа көміртегі доғасы кіреді, плазмалық доға, газ-вольфрам доғасы және газ-металл доғасы. Электрондық сәуле мен лазер сәулесі металдарды кесуге қол жеткізу үшін сәулелену энергиясын пайдаланады. Оттегі отынының жалыны оттегі ағынымен біріктірілген, жеткілікті жылу шығаратын және металдардың, әсіресе төмен көміртекті темір қорытпаларының стратификациясына әсер ететін экзотермиялық тотығу реакциясын бастау және қолдау үшін қолданылады. Осы процестердің ішінен оксацетилен, ауа-көміртекті доға және плазмалық доға-бұл Өнеркәсіпте қолданылатын үш негізгі термиялық кесу процесі.

### 1.3 Металды механикалық кесуді қолдану

Әрбір механикалық шеберханада металл бөлшектерін өңдеуге арналған көптеген станоктарды табуға болады, бұл кескіш станоктар машина жасаудың көптеген салаларында кеңінен қолданылады[9]. Негізінде барлық машиналар металды алып тастайды және оларды келесі санаттарға бөлуге болады:

1. Токарлық станоктар;
2. Бұрғылау машиналары;
3. Фрезерлік станоктар;
4. Бұрғылау машиналары.



1.1-сурет – Металды кесудің жалпы процестері

Токарь – цилиндрлік пішінді жасау үшін қолданылады. Бұл процесте өңделетін бөлік айналады, ал кескіш құрал қажет емес материалды жоңқалар түрінде алып тастайды. Жылдам айналатын материалға қарсы үшкір кескіш құралды қолдана отырып, токарлық станок металдың бір бөлігін қажетті пішінге дейін кеседі. Бұл машина өңдеу өнеркәсібінде өте кең таралған, өйткені ол дәлдіктің жоғары дәрежесін қамтамасыз етеді.

Бұрғылау машинасы-дөңгелек тесік жасау үшін тегіс және дәл тесіктер жасауға арналған құрылғы. Болаттан, цементтелген карбидтен немесе гауһардан жасалған бір кесу ұшы болуы мүмкін немесе кішкене тегістеу дөңгелегі болуы мүмкін. Бұл процесте кескіш құрал айналады және ұстағыш құрылғыға бекітілген дайындамаға беріледі. Кесу құралында әдетте екі немесе одан да көп кесу құралы болады шеттері. Құрал дөңгелек тесік жасау үшін дайындамаға айналу осіне параллель бағытта беріледі.

Фрезерлік станоктар-бұл металды, ағашты және басқа қатты материалдарды өңдеуге арналған құралдар. Көбінесе автоматтандырылған фрезерлік станоктар қолданыстағы дизайн негізінде материалдарды кесу үшін тік немесе көлденең бағытта орналасуы мүмкін. Бұл конструкциялар көбінесе АЖЖ-ға бағытталған және көптеген фрезерлік станоктар CNC станоктарында жұмыс істейді, дегенмен қолмен және дәстүрлі басқарылатын фрезерлік

құрылғылар да кең таралған. Негізінен, фрезерлеу процесі Тегіс немесе түзу бетті алу үшін қолданылады. Қолданылатын кескіш құралдың бірнеше кесу жиектері бар. Қозғалыс жылдамдығы айналмалы маршрутизатормен қамтамасыз етіледі.

Кесу металды екі бөлікке кесу үшін қолданылады. Бұл операцияда дайындама айналады және кесу құралы компоненттерді бөлу үшін радиалды түрде ішке қарай жылжиды.

Бұрғылау машиналары бұрғыланған ұңғыманы үлкейту үшін қолданылады. Бұл өнім өндірісінің соңғы кезеңінде қолданылатын әрлеу операциясы.

#### 1.4 Лазерлік кесу әдісі

Лазерлік кесу-бұл материалдарды кесу үшін лазерді қолданатын технология және ол әдетте өнеркәсіптік өндіріс үшін қолданылады, бірақ сонымен бірге қазіргі таңда шағын бизнес пен әуесқойларда қолдана бастады. Лазер-бұл өте кішкентай аймаққа көп энергияны шоғырландыратын фокусталған жарық сәулесі. Бұл кезде лазердің алдындағы материал жанып, ериді немесе буланып, тесік жасайды. Оған кішкенекомпьютерлік сандық басқру қосыңыз, сонда сіз ағаштан, пластиктен, резеңкеден, металдан, көбіктен немесе басқа материалдардан өте күрделі бөлшектерді кесіп немесе ойып алатын машина аласыз.

Лазерлік кесуге қатысты әр материалдың өз шектеулері мен артықшылықтары бар. Мысалы, лазер кез келген нәрсені кесет деп ойлауыңыз мүмкін, бірақ бұл жай ғана емес.

Әрбір материал Лазерлік кесуге жарамайды. Себебі әр материал кесу үшін белгілі бір энергияны қажет етеді. Мысалы, қағазды кесуге қажетті энергия әлдеқайда аз қалыңдығы 20 мм болат табаққа қажет энергия.



1.2-сурет – Металды лазерлік кесуге арналған жабдық

Металды лазерлік кесудің плазмалық кесуге қарағанда артықшылығы бар: ол дәлірек және қаңылтырды кесу кезінде аз энергияны қажет етеді; дегенмен, өнеркәсіптік лазерлердің көпшілігі плазмаға қарағанда металдың қалыңдығын кесіп өте алмайды. Жаңа лазерлік машиналар, жоғары қуаттылықта жұмыс істейтіндер (6000 Вт, 1500 Вт лазерлік кесу машиналарынан айырмашылығы) плазмалық машиналарға қалың материалдарды кесу қабілетімен жақындайды, бірақ мұндай машиналардың күрделі шығындары плазмалық машиналарға қарағанда әлдеқайда жоғары. Болат пластина сияқты қалың материалдарды кесуге қабілетті кескіш машиналар.

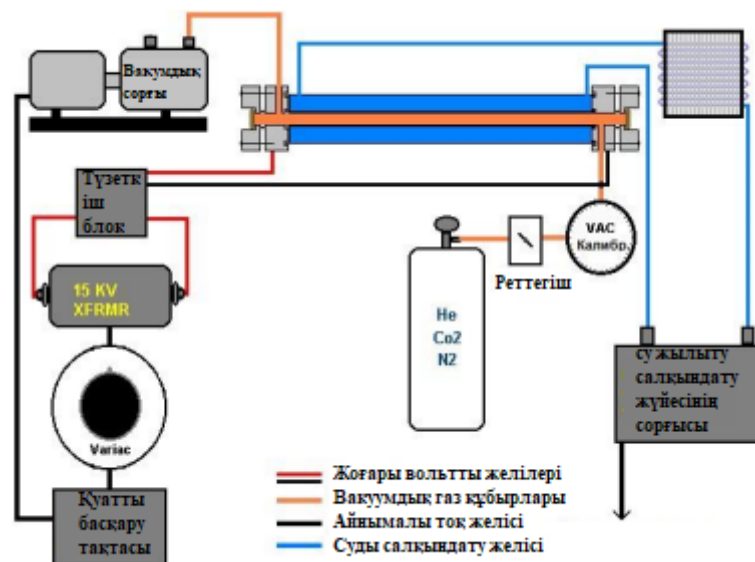
#### **1.4.1 Лазерлік кесудің артықшылықтары**

Лазер сәулесі металдың барлық түрлерін кесіп тастай алады. Механикалық кесумен салыстырғанда дайындаманың қарапайым бекітілуін және аз ластануын қамтиды (өйткені материалмен ластануы немесе материалды лақтауы мүмкін кесу жиегі жоқ). Дәлдік жақсырақ болуы мүмкін, өйткені процесс кезінде лазер сәулесі тозбайды. Сонымен қатар, кесілген материалдың қисаю ықтималдығы азаяды, өйткені лазерлік жүйелерде термиялық әсер ету аймағы аз. Кейбір материалдарды дәстүрлі тәсілдермен кесу өте қиын немесе мүмкін емес.

#### **1.4.2 Металды лазерлік кесуді қолдану**

Лазер сәулесі—өте жоғары қарқынды, бір толқын ұзындығы немесе түсі бар жарық бағанасы. Әдеттегі СО<sub>2</sub> лазері жағдайында бұл толқын ұзындығы жарық спектрінің инфрақызыл бөлігінде болады, сондықтан ол адамның көзіне көрінбейді. Сәуленің диаметрі шамамен 3/4 дюймдікұрайды, өйткені ол машинаның сәулелік траекториясы бойынша сәуле шығаратын лазерлік резонатордан өтеді. Ол пластинаға назар аудармас бұрын бірнеше айналармен немесе "сәулелік қисықтармен" әр түрлі бағытта шағылысуы мүмкін. Фокусталған лазер сәулесі пластинаға кірер алдында саптаманың саңылауынан өтеді. Бұл саптама арнасы арқылы оттегі немесе азот сияқты сығылған газ да ағады.

1.3-суреттегі лазерлік фокустау-сәулелік металды лазерлік кесу процесі арнайы линзамен немесе қисық айнамен жасалуы мүмкін және бұл лазерлік кесу басында болады. Сәуле дәл болуы керек бұл нүктедегі фокустық нүктенің пішіні мен энергия тығыздығы тамаша дөңгелек және дәйекті және саптамада орталықтандырылған етіп бағытталған. Үлкен сәулені бір нүктеге бағыттағанда, бұл жерде жылу тығыздығы өте жоғары[3].



1.3-сурет – Металды лазерлік кесу процесі

Жоғары қуат тығыздығы материалдың тез қызуына, балқуына және ішінара немесе толық булануына әкеледі. Жұмсақ болатты кесу кезінде лазер сәулесінің жылуы әдеттегі "оттегі отынын" жағу процесін бастау үшін жеткілікті, ал лазерлік кесу газы оттегі-отын оттығы сияқты таза оттегі болады. Тот баспайтын болаттан немесе алюминийден кесу кезінде лазер сәулесі материалды жай балқытады, ал жоғары қысымды азот балқытылған металды кесуден үрлеу үшін қолданылады.

CNC лазерлік кескіш машинада лазерлік кескіш басы металл пластинаның бойымен қажетті бөлік түрінде қозғалады, осылайша пластинаның бір бөлігін кесіп тастайды. Сыйымдылықты биіктікті басқару жүйесі саптаманың ұшы мен кесу тақтасы арасындағы өте дәл қашықтықты сақтайды. Бұл қашықтық маңызды, себебі ол фокустың пластинаның бетіне қатысты қай жерде екенін анықтайды. Кесу сапасына фокустық нүктені пластинаның бетінен сәл жоғары, бетінде немесе бетінен сәл төмен көтеру немесе түсіру арқылы әсер етуге болады.

### 1.4.3 Лазерлік кесу мүмкіндіктері

Лазерлік кесу дайындаманы пішіндеу үшін материалды алып тастауды қамтиды, бұл әдетте өндірістен кейін әрлеу жұмыстарын азайтады. Мысалы, термиялық өңделген материалды кесу кезінде лазерлік жылу кесудің сыртқы жиектерінде қатаюды тудыруы мүмкін. Қатайту көптеген қолданбалар үшін пайдалы болуы мүмкін, себебі ол өнімнің беріктігін арттырады, сонымен қатар өңделетін өңдеу көлемін шектейді, бұл өңдеуден кейін жіптерді кесуді немесе бөртпелерді жоюды қиындатады.

Лазерлік кесу жүйелерінің көпшілігі CNC параметрлері бойынша автоматтандырылған. Бұл компьютерлік басқару элементтері дәлдіктің жоғары деңгейін және кесу жылдамдығын арттырады. Кейбір CNC бағдарламалары

лазерге кесу басы қозғалыста болған кезде материалды қалыптастыруға мүмкіндік беретін "ұшатын оптика" мүмкіндіктерін ұсынады. Жылжымалы лазер дәлдікті сақтай отырып, жылдам кесу жұмыстарын орындай алады және жұқа қаңылтыр үшін өте тиімді. CNC бағдарламалау сонымен қатар лазерге кесілген материалдың контуры мен қалыңдығына байланысты параметрлерді өзгертуге мүмкіндік беру арқылы шығыс қуатын реттей алады. Сонымен қатар, кейбір CNC лазерлерінде деформация мүмкіндігін азайту үшін кесу басы мен өңделетін бөлік арасындағы қашықтықты реттей алатын сенсорлық құрылғылар бар.

#### 1.4.4 Қуат тұтыну

Лазерлік кесудің негізгі кемшілігі-жоғары қуат тұтыну. Өнеркәсіптік лазердің тиімділігі 5% - дан 45% - ға дейін болуы мүмкін. Кез келген нақты лазердің қуат тұтынуы мен тиімділігі қуат шығысы мен жұмыс параметрлеріне байланысты өзгереді. Бұл лазердің түріне және лазердің қолда жұмыс істеуге қаншалықты сәйкес келетініне байланысты болады. Белгілі бір жұмыс үшін жылу беру деп аталатын қажетті лазерлік кесу қуатының мөлшері материалдың түріне, қалыңдығына, қолданылатын процеске (реактивті / инертті) және қажетті кесу жылдамдығына байланысты[2]. CO2 лазерін [Вт]қолдана отырып, әр түрлі қалыңдықтағы әр түрлі материалдарға берілетін жылу мөлшері

Кесте 1.1 - Металл кесудің тазалығы

Материал	Материалдың қалыңдығы				
	0,51 мм	1,0 мм	2,0 мм	3,2 мм	6,4 мм
Тот баспайтын болат	1000	1000	1000	1500	2500
алюминий	1000	1000	1000	3800	10000
жұмсақ болат	-	400	-	500	-
титан	250	210	210	-	-
фанера	-	-	-	-	650
Бор / эпоксидті шайыр	-	-	-	3000	-

#### 1.4.5 Өндіріс және кесу қарқыны

Максималды кесу жылдамдығы (өнімділік) лазердің қуатын, материалдың қалыңдығын, процесс түрін (реактивті немесе инертті) және материалдың қасиеттерін қоса алғанда, бірқатар факторлармен шектеледі. Жалпы өнеркәсіптік жүйелер (1 кВт) көміртекті болаттан жасалған металды қалыңдығы 0,51-ден 13 мм-ге дейін кесуге мүмкіндік береді.қалай болғанда да, лазер стандартты аралауға қарағанда отыз есе жылдам жұмыс істей алады[2].

## СО2 лазерін пайдаланып кесу жылдамдығы [см / сек ]

Кесте 1.2- Металды кесу жылдамдығы

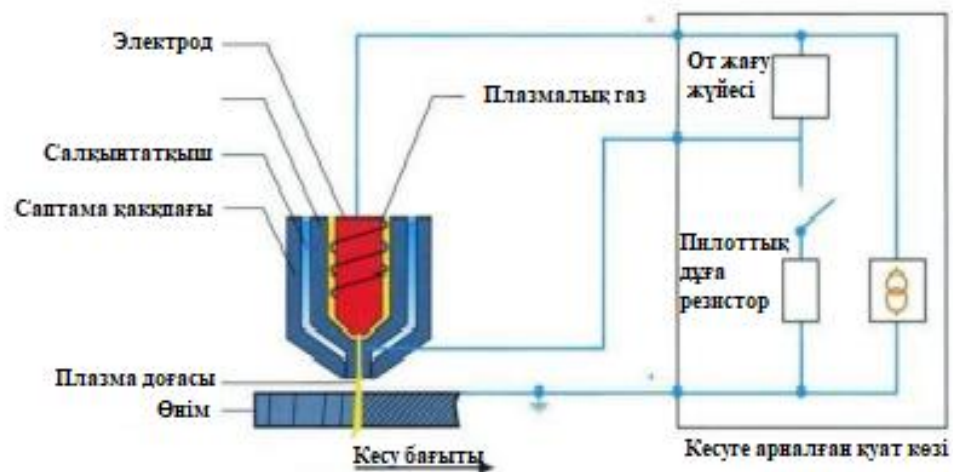
Материал	Материалдың қалыңдығы					
	0,51 мм	1,0 мм	2,0 мм	3,2 мм	6,4 мм	13 мм
Тот баспайтын болат	42,3	23,28	13,76	7,83	3,4	0,76
алюминий	33,87	14,82	6,35	4,23	1,69	1,27
жұмсақ болат	-	400	-	500	-	
титан	250	210	210	-	-	
фанера	-	-	-	-	650	
Бор/эпоксид ті шайыр	-	-	-	3000	-	

### 1.5 Плазмалық кесу әдісі

Плазмалық кесу - бұл электр өткізгіш материалдарды жеделдетілген ыстық плазма ағынымен кесетін процесс. Плазмалық кесу инертті газды жоғары жылдамдықпен беру арқылы жұмыс істейді. Электр доғасы бір уақытта және үрленген газдың айналасында плазма түзеді. Бұл плазма жеткілікті ыстық кесу металл өте тез және дәл плазмалық оттықпен кесілген типтік материалдарға болат, тот баспайтын болат, алюминий, жез және мыс жатады, бірақ олар да кесілуі мүмкін және басқа өткізгіш металдар. Плазмалық кесу көбінесе өндірістік цехтарда, автомобильдерді жөндеу және қалпына келтіруде, өнеркәсіптік құрылыста және қалдықтарды кәдеге жаратуда қолданылады.

#### 1.5.1 Процесс негіздері

Плазмалық кесу процесі суретте көрсетілген.1.4 негізгі қағида бұл электрод пен дайындама арасында пайда болған доға, жіңішке саңылауы бар мыс саптамамен тарылған. Бұл температураны жоғарылатады және саптамадан шығатын плазманың жылдамдығы. Плазманың температурасы 20 000 нан асады ° С және жылдамдық дыбыс жылдамдығына жақындауы мүмкін. Үшін пайдаланған кезде плазмалық газдың күрт ағыны артады, осылайша терең енеді плазмалық реактивті материал кесіліп, балқытылған материал алынып тасталады плазма ағып жатыр.



1.4-сурет – Плазмалық кесу процесі

Процесс оттегі-отын процесінен ерекшеленеді, өйткені плазмалық процесс металды балқыту үшін доғаны қолдану арқылы жұмыс істейді, ал оттегі-отын процесінде оттегі металды тотықтырады, ал экзотермиялық Реакциядан шыққан жылу металды ерітеді. Осылайша, оттегі-отын процесінен айырмашылығы, плазмалық процесті тот баспайтын болат, алюминий, шойын және түсті қорытпалар сияқты отқа төзімді оксидтер түзетін металдарды кесу үшін қолдануға болады.

### 1.5.2 Қуат көзі

Плазмалық доға процесіне қажетті энергия көзі төмен сипаттамаға және жоғары кернеуге ие болуы керек. Плазманы ұстап тұру үшін жұмыс кернеуі әдетте 50-ден 60 В-қа дейін, жұмыс істемейтін кернеу доғаны жылыту, 400 В тұрақты токқа дейін болуы мүмкін.

Инициация кезінде көмекші доға электрод пен саптама арасындағы оттық корпусының ішінде пайда болады. Кесу үшін доғаны "тасымалданған" доға режимі деп аталатын дайындамаға ауыстыру керек. Электрод теріс полярлыққа ие, ал дайындама оң полярлыққа ие, сондықтан доға энергиясының көп бөлігі (шамамен үштен екісі) кесу үшін қолданылады.

### 1.5.3 Газ құрамы

Вольфрам электродын қолданатын әдеттегі жүйеде плазма инертті және аргон, аргон-Н<sub>2</sub> немесе азот көмегімен түзіледі. Алайда, әдіс нұсқаларында сипатталғандай, ауа немесе оттегі сияқты тотықтырғыш газдарды қолдануға болады, бірақ электрод мыс пен гафний болуы керек. Плазмалық газ ағыны өте маңызды және саптама саңылауының ағымдағы деңгейі мен диаметріне сәйкес орнатылуы керек. Егер газ ағыны ағымдағы деңгей үшін тым төмен болса немесе ағымдағы деңгей саптама саңылауының диаметрі үшін тым жоғары



болса, доға екі доғаны, саптамаға электродты және дайындамаға саптаманы қалыптастыру үшін бұзылады. "Қос доға" әсері әдетте саптама еріген кезде апатты болады.

#### **1.5.4 Кесу сапасы**

Плазмалық кесу жиегінің сапасы оттегі-отын процесін пайдалану арқылы қол жеткізілгенге ұқсас. Алайда, плазмалық процесс балқу арқылы кесілгендіктен, тән ерекшелігі-металдың жоғарғы жағына қарай балқудың үлкен дәрежесі, бұл жоғарғы жиектің дөңгелектенуіне, жиектің нашар тіктөртбұрышына немесе кесілген жиектің қиғаштығына әкеледі. Өйткені бұларшектеулер доғаның тарылу дәрежесіне байланысты, кесудің жоғарғы және төменгі бөліктерінде біркелкі жылуды қамтамасыз ету үшін доғаның тарылуын жақсарту үшін бірнеше оттық конструкциялары бар.

Плазма алу үшін келесі газдар қолданылады:

- ауа;
- аргон;
- оттегі;
- су буы;
- сутегі;
- азот.

Плазма-заттың төртінші күйі, қатты, сұйық және газдың белгілі күйлерінен кейін. Плазма - тиімді қызған газ. Газ жеткілікті жоғары температураға жеткенде, ол ол иондалады және электр тогын өткізе алады. Плазмалық кескіштер бұл құбылысты өткізгіш металдың кез келген түрін кесу үшін пайдаланады. Олар өте жұқа иондалған сәулені бағыттайды металлға 30000 °F (16650°C) дейінгі температурада газ, ол металды кесу арқылы балқытады.

Плазмалық кескішпен жұмыс істегенде, көзге зақым келтірмеу үшін әрдайым көзілдірік кию керек, ал құрылғы шулы болуы мүмкін. Егер машинаны қолданар алдында тиісті сақтық шаралары қолданылмаса, плазмалық кесу де қауіпті болуы мүмкін.

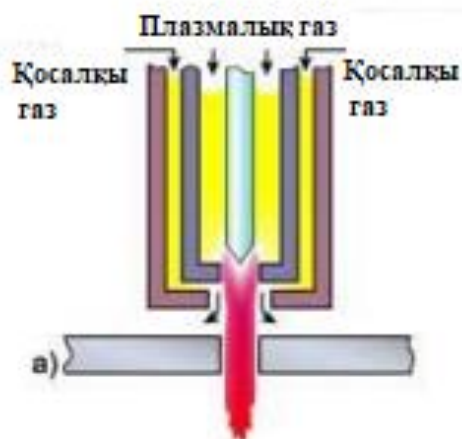
Плазма әртүрлі қалыңдықтағы металдарды 1-ден 80 мм-ге дейін кесуге, сондай-ақ минутына 20 метр жылдамдықпен кесуге қабілетті. Арнайы кесу аймағы тұрғысынан плазмалық өңдеу қалың металды кесу үшін жақсы жұмыс істейді.

Кейбір плазмалық кескіштерде саптаманы кесу керек бетінен автоматты түрде шығаратын жүйе бар, ал басқа модельдерде оны қолмен жасау керек; егер саптама бетінде қалса, ол зақымдалады.

#### **1.5.5 Қос газ**

Процесс негізінен кәдімгі жүйедегідей жұмыс істейді, бірақ саптаманың айналасына газдан қорғайтын экран енгізіледі, сурет.1.5 қайталама газдың

пайдалы әсері доғаның тарылуын арттыру және шлакты тиімдірек "үрлеу" болып табылады.

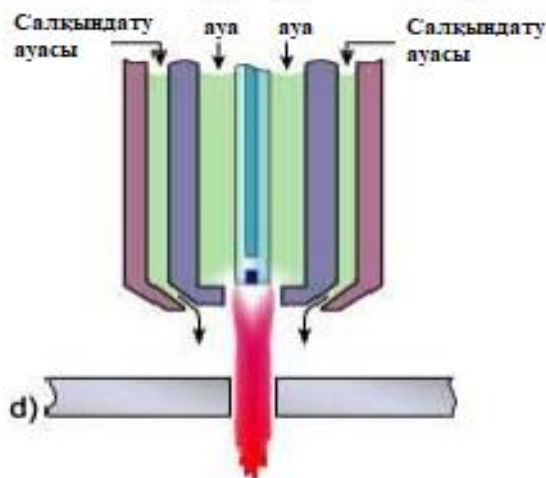


1.5-сурет – Қос газ

Плазма түзетін газ әдетте аргон, аргон-Н<sub>2</sub> немесе азот болып табылады, ал екінші реттік газ кесілген металға байланысты таңдалады.

### 1.5.6 Ауа плазмасы

Инертті немесе реактивті емес плазма түзетін газды (аргон немесе азот) ауамен ауыстыруға болады, бірақ мыс ұстағышқа орнатылған арнайы гафний немесе цирконий электродын қажет етеді, күріш.1.6. Сондай-ақ, ауа оттықты салқындату үшін суды алмастыра алады. Ауа-плазмалық оттықтың артықшылығы-ол қымбат газдардың орнына ауаны пайдаланады.



1.6-сурет – Ауа плазмасы

Айта кету керек, электрод пен саптама жалғыз шығын материалдары болғанымен, гафний ұшы бар электродтар вольфрам электродтарымен салыстырғанда қымбат болуы мүмкін.

### **1.5.7 Плазмалық кесудің артықшылықтары мен кемшіліктері**

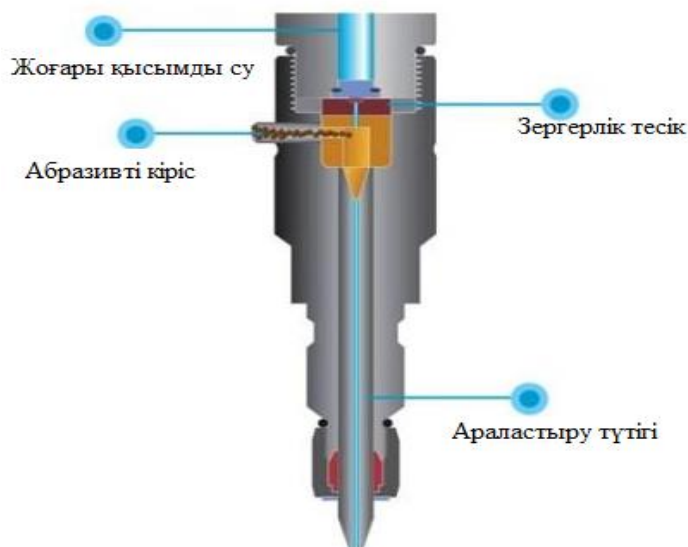
Плазмалық кесу плазмалық кесуге қарағанда жоғары сапалы кесуге мүмкіндік береді. Кейбір плазмалық кесу жүйелерінің тереңдеуі де әлдеқайда аз болуы мүмкін. Плазмалық кесуді электр тогын салыстырмалы түрде жақсы өткізетін металдардың көпшілігінде қолдануға болады. Бұл плазмалық кесу жалын кесу сияқты болат пен шойынмен шектелмейтінін білдіреді. Керісінше, плазмалық кесу Алюминий , Тот баспайтын болат , мыс , титан және басқа да көптеген металл түрлерін кесу үшін пайдаланылуы мүмкін. Процесс сонымен қатар оңай автоматтандырылады.

Дегенмен, плазмалық кесу жалынмен кесуге болатын қалың материалдарды кесуге болмайды. Әдетте, плазмалық кесу қалыңдығы бар материалдар үшін жақсы таңдау емес бірнеше дюймден астам. Плазмалық кесу сонымен қатар оның электр тізбегінің бөлігі болуы мүмкін материалдарды ғана кесуі мүмкін.

### **1.6 Металды су ағыны арқылы кесу әдісі**

Су ағындарын кесу негіздері-су ағындарын кесу абразивті құмды тасымалдау үшін ультра жоғары қысымды су ағынын пайдаланады. Абразив тегіс қалдырып, механикалық кесу арқылы кесуді жүзеге асырады, дәл кесу беті.

Су ағынымен өңдеу-бұл ең әмбебап процесс, өйткені ол материалдың кез-келген түрін кесуге қабілетті. Шектеулерге шындалған шыны және кейбір керамикалық бұйымдар сияқты өте нәзік материалдар кіреді. Су ағыны-өте дәл кесу процесі. Оның жіңішке контурларды кесуге және биік бөлшектерді жасауға мүмкіндік беретін тар саңылау ені бар төзімділік. Дегенмен, бұл көптеген металдардағы плазмамен салыстырғанда өте баяу және қымбат процесс.



1.7-сурет – Абразивті су ағынының саптамасы

Кескіш әдетте жоғары қысымды су сорғысына қосылады (жергілікті Сантехника жеткілікті қысым жасамайды), содан кейін су саптамадан шығарылады, материалды кесіп, оны ағынмен бомбалайды жоғары жылдамдықты су. Бұл процесте тоқтатылған бөлшектер немесе анар мен алюминий оксиді сияқты басқа абразивтер түріндегі қоспалар көмектесе алады. Тиімді бола алмайтын бірнеше материалдар бар су ағынының кескішімен кесілген; олардың бірі-қолданылатын кесу технологиясына қарамастан кесу кезінде сынатын шыңдалған шыны.

### 1.6.1 Гидрожарылыс қысымы

Су ағынының кесілуіне байланысты қысымның абсолютті мөлшерін түсінудің бір жолы-оны максималды PSI тұрғысынан басқа су көздерімен салыстыру.



## 1.8 - сурет – Су қысымын салыстыру

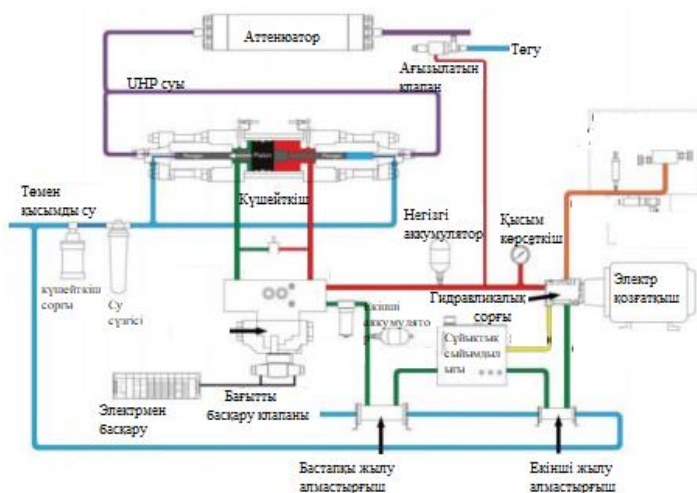
Жоғарғы қысым шегі бойынша төрт су көзін салыстырудың логарифмдік шкаласы.

Бұл графиктен көріп отырғаныңыздай, қысым үлкен өзгеріс әкелуі мүмкін. Су ағыны қозғалтқышының ішіндегі қысымның өзгеруі әлдеқайда тар, әдетте 60 000 - 90 000 бір шаршы дюймге фунт.

### 1.6.2 Су ағынының сорғылары: күшейткіш және тікелей жетек

Су ағынының күшейткіш сорғысы қалай жұмыс істейді

Су ағынын кесу процесі қатты материалдарды кесу үшін қажет ультра жоғары қысымды (90 000 PSI дейін) су қысымын жасайтын күшейткіш сорғыдан басталады.



## 1.9 - сурет – Гидравликалық күшейткіш сорғының схемасы

Су ағынының сорғысында сорғылардың екі негізгі түрі бар: тікелей жетек және күшейткіш. Тікелей жетекті сорғылар су қысымын тудыратын поршеньдерді жылжыту үшін иінді білікті пайдаланады, ал күшейткіштер гидравликалық цилиндрлерді пайдаланады.

Күшейткіш сорғы су үстіндегі гидравликалық қысымды пайдаланады. Жоғары қуатты қозғалтқыш гидравликалық сорғыны басқарады, бұл поршеньді цилиндрге апаратын гидравликалық қысым жасайды:

- 1) төмен қысымды су кірісі;
- 2) күшейткіш сорғы;
- 3) су сүзгісі;
- 4) кіріс тексеру клапандары;
- 5) гидравликалық сорғы;
- 6) поршеньді күшейткіш;
- 7) аккумуляторлық;
- 8) клапаннан су;

- 9) кесу басы;
- 10) абразивті өлшеу жүйесі.

Таза су төмен қысымды су кірісі арқылы келеді (1) және кіріс сүзгісі арқылы (3), содан кейін кіріс тексеру клапандары арқылы күшейткішке беріледі (4). Гидравликалық сорғы (5) гидравликалық сұйықтықта қысым жасайды және қысымды гидравликалық поршеньнің екі жағы арасында алға-артқа ауыстырады (6), бұл өз кезегінде күшейткіштегі су қысымын арттырады. Қысымды су күшейткіштен ағып кетеді қысым пульсациясын тегістеуге көмектесетін батарея (7). Содан кейін ол жоғары қысымды түтіктер арқылы кесу басына өтеді (9). Кесу басына су ағыны CNC-ге кесу процесін тиісті уақытта бастауға және тоқтатуға мүмкіндік беретін өшіру клапанымен (8) басқарылады. Кесу басында (9) Гранат абразиві жоғары астында сумен араласады араластыру камерасындағы қысым.

### **1.6.3 Металдарды су ағынымен кесудің негізгі артықшылықтары**

Су ағынының маңызды артықшылығы-материалды оның ішкі құрылымына әсер етпестен кесу мүмкіндігі, өйткені термиялық әсер ету аймағы (ZTV) жоқ. Жылу әсерін азайту металдарды ішкі қасиеттеріне зиян келтірместен немесе өзгертпестен кесуге мүмкіндік береді. Ең аз ішкі радиустары бар өткір бұрыштар, қиғаштар, тесу тесіктері және пішіндер болуы мүмкін.

Су ағынының кескіштері де материалда күрделі кесулер жасауға қабілетті. Мамандандырылған бағдарламалық жасақтаманың көмегімен және

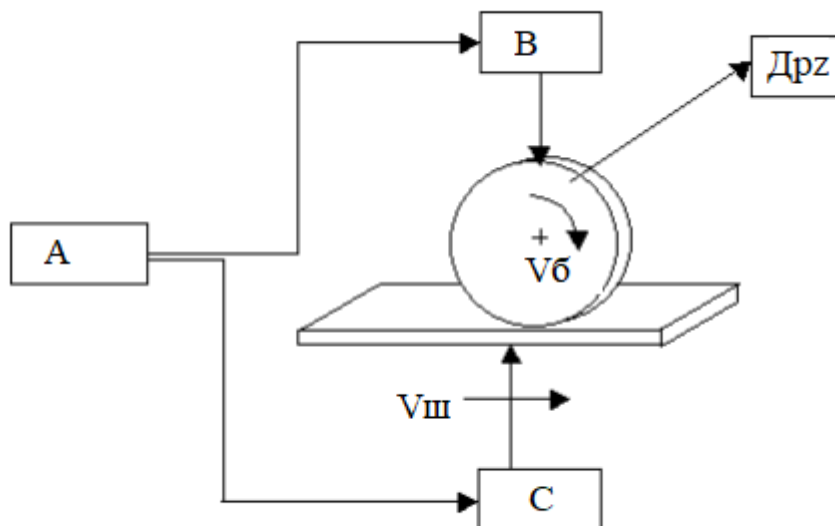
үш өлшемді өңдеу бастары күрделі пішіндерді алуға болады.

- жылу әсерінен материалдың деформациясының болмауы;
- кесудің шетінде материалдың қатаюы жоқ;
- металл құрылымында өзгерістер жоқ;
- термиялық әсер ету аймақтары жоқ;
- қауіпті түтін мен түтін жоқ;
- қайта өңдеудің минималды қажеттілігі жоқ немесе жоқ.

## 2 ЕСЕПТЕУ БӨЛІМІ. КЕСУ КҮШІ БОЙЫНША ТЕГІСТЕУ ПРОЦЕСІН БАСҚАРУДЫҢ АДАПТИВТІ ЖҮЙЕСІНІҢ СИНТЕЗІ

### 2.1 Технологиялық процесті басқару объектісі ретінде талдау

2.1-суретте металды кесу басқару жүйесінің схемасы көрсетілген



2.1-сурет–Металды автоматты кесу жүйесінің функционалды схемасы

Кесу процесінің күштік координаттарын басқару, әдетте, кесу кесіндісін өзгерту арқылы орындалады ( $s * t$ ). Күштері мен кесу күші  $t$  кесу тереңдігінің

өзгеруіне көбірек бейім. Дегенмен, бұл параметр өңдеуге рұқсатпен байланысты және оны тек көп жолды өңдеу арқылы өзгертуге болады.

Осылайша, АБЖ - дегі "кесу процесі" динамикалық буыны үшін негізінен күш координаттары жылдамдық, ал шығыс координаты кесу күші болып табылады. Сол сияқты, негізгі басқару әсерлерінің бірінде динамикалық буын болып табылады, АБЖ– дегі" металды кесу процесі " жеделдету болып саналады, ал шығыс позициясы кесу күші болып табылады[11].

Мұнда берілген функционалды схемада

- Vш-шеңбер жылдамдығы;
- С-негізгі қозғалыс жетегі;
- Дрз-күш сенсоры;
- Vб-бөліктің қозғалыс жылдамдығы;
- В-беру жетегі;
- А-сандық басқару құрылғысы.

Кесу күшінің негізгі бөлігі формулаға сәйкес анықталады:

$$P_z = C_{pz} * v^{0.7} * s^{0.7} * t^{0.6} (2.1)$$

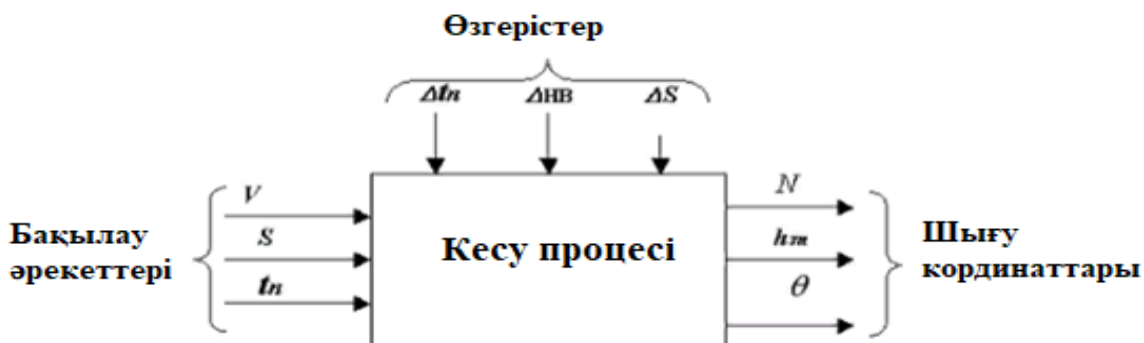
мұндағы  $C_{pz}$  - тегістелетін бөліктің материалын сипаттайтын көрсеткіш( $C_{pz}$ =Қатайтылған болаттар үшін 22).

Бұл идея кесу процесі басқару әсеріне сәйкес және қажетті функционалдыбайланысты бұзуға ұмтылатын әсерге сәйкес күрделі динамикалық байланыс екенін көрсетеді.

Кесу процесін тиімді реттеуге мүмкіндік беретін кіріс координаттары:

- беру жылдамдығы (  $V_s$  );
- кесу тереңдігі ( $t_n$ ).

Бұл жағдайда басқару объектісі ретінде металды кесу процесін келесідей қамтамасыз етуге болады:



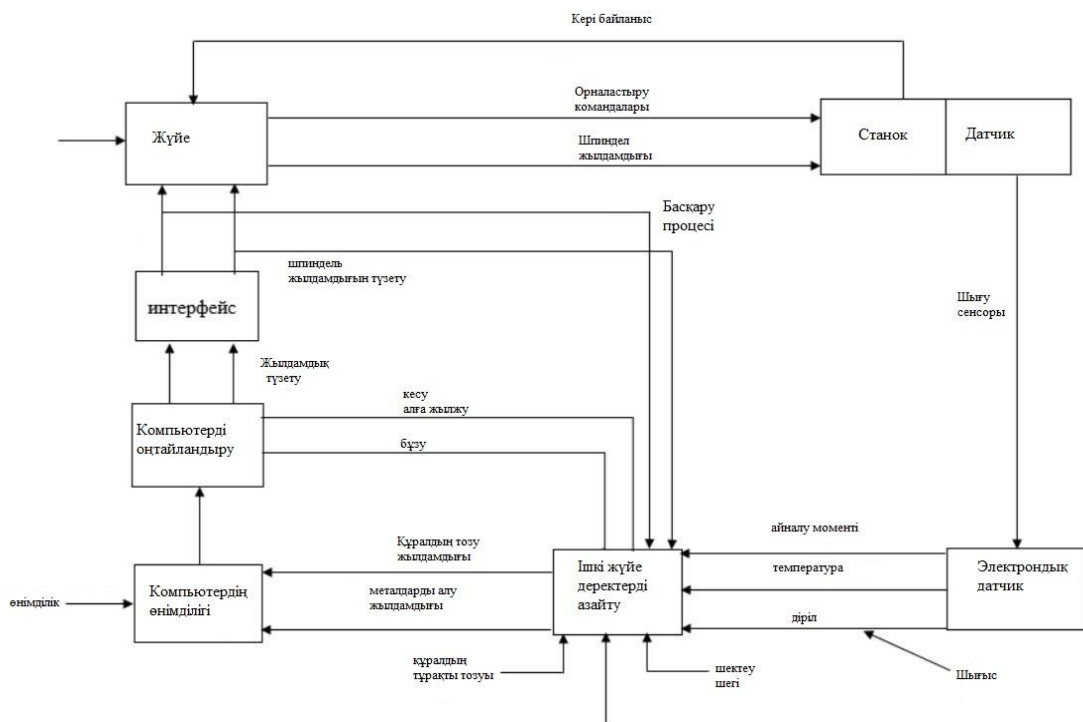
2.2-сурет–Сипаттаманың негізгі әсерлері



Бұл теңдеу (1) металды кесу жылдамдығының арқасында кесу аймағына жақын температураға тиімдірек әсер ететінін көрсетеді. Кесу жылдамдығының басқару позициясы – V ретінде қабылданады.

## 2.2 Металды кесу процесін басқаруға шолу

Жүйе әдетте адаптивті басқаруды оңтайландыру жүйесі деп аталатын мысал болып табылады. Жүйе зертханада сәтті енгізілді, бірақ ешқашан өндірістік ортада жақсы жұмыс істемеді. Мүмкін қоспағанда күріш. 2.3-ұсақтау жүйелері өнеркәсіпте офлайн режимде қолданылады. Өнеркәсіпте мұндай жүйелердің нашар танылуы, ең алдымен, адаптивті басқаруды оңтайландыру стратегиясын жүзеге асыру үшін құралдың тозу сенсорын онлайн режимінде пайдалану қажеттілігімен байланысты.



2.3-сурет–Адаптивті басқаруды оңтайландыру жүйесі

Жүйе момент пен температураны өлшеу арқылы бағалау арқылы бұл мәселені айналып өтуге тырысады. Құралдың тозуын бағалаудың бұл мәселесі соңғы екі онжылдықта айтарлықтай зерттеулер жүргізді. Өнеркәсіптік пайдаланудағы коммерциялық процестерді басқару жүйелерінің көпшілігі бүгінде шектеулі адаптивті басқаруды пайдаланады. Бұл жүйелер белгілі бір кесу жағдайында процесті оңтайландыру міндеті экономикалық мақсат функциясындағы өрескел кесу операцияларында шектеу шекарасында орын алатын оңтайлы шешімге ие екендігін пайдаланады, әдетте, оны барынша көбейту қажеттілігі басым болады. өз кезегінде, бұл құралдың бұзылуын шектеуге сәйкес келетін ең жоғары жылдамдықты қажет етеді.

Осылайша, құралдың нақты геометриясы үшін бұл процесті басқарудың келесі міндеті ретінде көрсетілуі мүмкін: "кесу Күшін сілтеме ретінде ұстап тұру үшін беру жылдамдығын реттеңіз, ол құралдың жыртылу қаупі жоқ етіп максималды кесу күші ретінде анықталады". Сатылымда токарлық өңдеу, фрезерлеу және өңдеу жүйелері бар бұрғылау, бірақ олар өте кең қолданылмайды. Олардың өнеркәсіптік нашар қабылдануының себебі контроллердің тұрақсыздығы мен құралдың бұзылуының ықтимал проблемалары болып табылады, олар процесс параметрлерінің өзгеруіне байланысты болуы мүмкін. Бұл мәселелер зерттеулердің айтарлықтай көлемін тудырды. Сол сияқты, өңдеу операциясында процесті оңтайландыру мәселесінде өнімнің сапасын сақтау қажеттілігі басым болады (мысалы, өлшемдердің дәлдігі мен бетінің сапасы). Мұндай жағдайларда адаптивті басқаруды оңтайландыру жүйесінің артықшылықтарының көп бөлігі болуы мүмкін геометриялық адаптивті басқаруды қолдану арқылы алынған. Егер бөліктің өлшемдері мен бетінің кедір-бұдырлығын өлшеуге болатын болса, онда процесті басқару стратегиясын келесідей көрсетуге болады: "өлшемді өлшеу негізінде құралдың тозуын өтеу үшін құралға түзетуді енгізіңіз және беру жылдамдығын реттеңіз бөлшектерді эталонмен алу үшін беттің кедір-бұдырлығының мәні беттің кедір-бұдырлығының рұқсат етілген максималды шектелуінен анықталады.

### 2.3 ОЖ-нің математикалық моделін және негізгі тізбектің басқару құрылымын анықтау

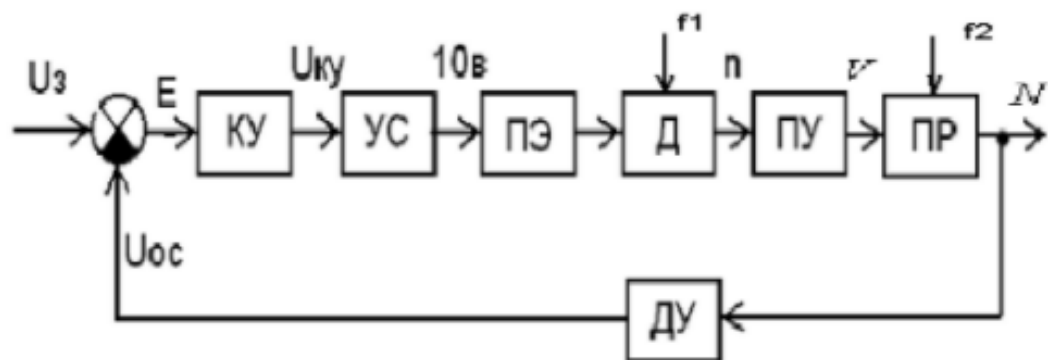
Берілген жұп үшін аспаптық және өңделетін материал коэффициенттер мен көрсеткіштердің мәндерін таңдаңыз:  $C_N=0.59$

Кесу режимі:  $V_{ном}=30\text{мм / мин}$ ,  $S=0.5\text{ мм / айн}$ ,  $t=0.3\text{ мм}$

Бұл жүйеде кесу Күшін  $P_z=200\text{ Н}$  деңгейінде тұрақтандыру қажет.

Кесте 2.1 – Қозғалтқышты есептеуге арналған мәліметтер

Түрі	2ПН132ЛУХА4
Кернеу	U 220В
Тиімділік	86%
Якорь орамасының кедергісі	0,08Ом
Инерция моменті	0,048кг*м <sup>2</sup>
Уақыт тұрақтысы	Tду 0с
Қуаты, р 14, кВт	P 14кВт
Уақыт тұрақтылары	
Сілтеме 1	T1 0,142с
Сілтеме 2	T2 0,341с



2.4 - сурет – Негізгі контурдың функционалды схемасы

Энергия түрлендіргіші-Бұл энергия түрлендіргішінің динамикалық процесі апериодтық байланыс 2-ші ретті. Тасымалдау функциясы:

$$W_{пэ}(p) = \frac{U_{я}}{U_{yc}} = \frac{K_{пэ}}{(1+T_1 s)(1+T_2 s)} \quad (2.2)$$

Уақыт тұрақтыларының мәні  $T_1$   $T_2$  біз кестеден аламыз, ал маңыздылығы берілу коэффициенті қозғалтқыштың якорь күшінің номиналды мәнінің шарттарынан анықталады:

$$K_{пэ}(p) = \frac{U_{я}}{U_{yc}} = \frac{220В}{10В} = 22, \quad (2.3)$$

$$W_{пэ}(p) = \frac{22}{(1+0.142s)(1+0.341s)} \quad (2.4)$$

Теңдеулер жүйесіне сәйкес:

$$U = E + IR - L \frac{di}{dt}, \quad (2.5)$$

$$E = C_e \Phi \omega, \quad (2.6)$$

$$M = M_c + J \frac{d\omega}{dt}, \quad (2.7)$$

$$M = C_M + \Phi I \quad (2.8)$$

мұндағы  $I_{я}$ -якорь орамасындағы ток

$R_H$ -қозғалтқыштың номиналды қуаты

$U_H$ -якорь орамасындағы номиналды кернеу

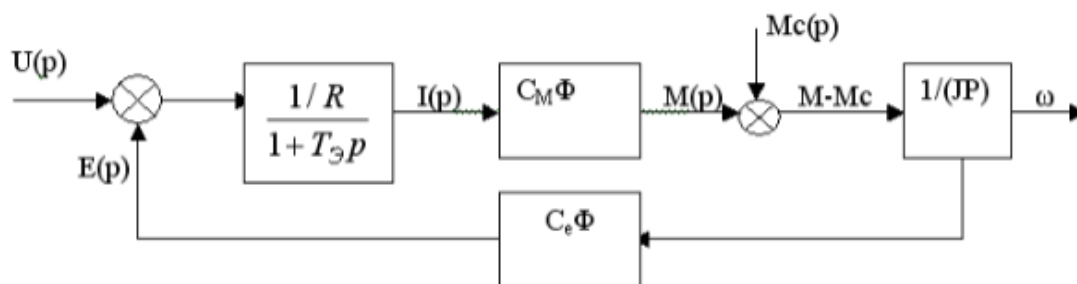
$J$ -қозғалтқыштың инерция моменті

$R_{я}$ -якорь орамасының кедергісі

$n_{ном}$ -номиналды айналу жиілігі

$\omega_H$ -номиналды бұрыштық айналу жылдамдығы

$L_{я}$ -якорь тізбегінің индуктивтілігі  
 $\Phi$ -қозғалтқыштың қозу ағыны  
 $C_e, C_M$  – жобалау коэффициенттері



2.5 - сурет – Автоматты реттеу жүйесінің әмбебап схемасы

Қозғалтқышының бастапқы деректеріне сәйкес оның механикалық және электромеханикалық мәліметтерінің сипаттамаларын есептейміз.

$$E = C_e \Phi \omega, \quad (2.9)$$

$$C_e \Phi \omega = k_e = \frac{E_H}{\omega_H} \quad (2.10)$$

Қозғалтқыштың номиналды жұмыс режимін есептеңіз:

$$W_H = 2\pi\eta = \frac{2\pi \times \eta_H}{60} = \frac{2 \times 3.14 \times 3150}{60} = 329.7 \frac{1}{c} \quad (2.11)$$

мұндағы  $\eta_H$ -қозғалтқыштың айналу жиілігі.

$$E_H = U_H - I_H \times R_{я} \quad (2.12)$$

$I_H$ -қозғалтқыш арматурасы арқылы өтетін ток күші,

$R_{я}$ -якорь кедергісі,

$U_H$ -қозғалтқыш арматурасындағы кернеу.

$$I_H = \frac{P_H}{\eta \times U_H} = \frac{1400 \text{ Вт}}{0.86 \times 220 \text{ В}} = 7.39 \text{ А}, \quad (2.13)$$

$$E_H = U_H - I_H \times R_{я} = 220 - 7.39 \times 0.08 = 219.4 \text{ В} \quad (2.14)$$

мұндағы  $V$ -номиналды ЭҚК-і

$$C_e \Phi = k_e = \frac{E_H}{\omega_H} = \frac{219.4}{329.7} = 0.67 \text{ В} \cdot c, \quad (2.15)$$

$$M_H = \frac{P_H}{\omega_H} = \frac{1400}{329.7} = 4.2 \text{ Н} \cdot c \quad (2.16)$$

мұндағы  $M_H$  - қозғалтқыш білігіндегі момент,  
 $P_H$  - қозғалтқыштың номиналды қуаты.

$$C_m \Phi = k_m = \frac{M_H}{I_H} = \frac{4.24 \text{ Н*М}}{7.39 \text{ А}} = 0.57 \frac{\text{Н*М}}{\text{А}}, (2.17)$$

## 2.4 Автоматты металл кесу қозғалтқышының электр бөлігі

Қозғалтқыштың якорь тізбегі үшін электр тепе теңдігін жазайық:

$$U = I_{\text{я}} R_{\text{я}} + L \frac{dl}{dt} + E, (2.18)$$

Лаплас түрлендіруін жүргізгеннен кейін біз аламыз:

$$U(s) = I_{\text{я}}(s) R_{\text{я}} + L * s * I_{\text{я}}(s) + E(s), (2.19)$$

$$E(s) = C_e \Phi * w(s), (2.20)$$

$$U(s) = I_{\text{я}}(s) * R_{\text{я}} + L * s I_{\text{я}}(s) + E(s) + C_e \Phi * w(s) (2.21)$$

қайда  $L = L_{\text{я}}$  якорь тізбегінің индуктивтілігі.

Беру функциясын аламыз Д:

$$W_{\text{ЭЧД}}(s) = \frac{I_{\text{я}}(s)}{U(s) - E(s)} = \frac{1}{R_{\text{я}} + L_{\text{я}} s} = \frac{\frac{1}{R_{\text{я}}}}{1 + \frac{L_{\text{я}}}{R_{\text{я}}} s} = \frac{12.5}{1 + 0.02s}, (2.22)$$

## 2.5 Автоматты металл кесу қозғалтқышының механикалық бөлігі

Қозғалтқыштың механикалық бөлігінің теңдеуін енгізейік:

$$M = M_C + J \frac{d\omega}{dt} (2.23)$$

Инерция моменті уақытқа байланысты, яғни  $M(t), \omega(t)$ .

Лаплас операторын түрлендіру арқылы біз аламыз:

$$M(s) = M_C(s) + J * p * w(s) (2.24)$$

Қозғалтқыштың механикалық компонентінің шығу координаты қозғалтқыштың айналу жылдамдығы, ал кіріс моменті (момент айырмашылығы) болып саналады.

Біз МЧД беру функциясын аламыз:

$$W_{\text{МЧД}}(s) = \frac{w(s)}{M - M_C(s)} = \frac{1}{J * s} = \frac{1}{0.048 * s} = \frac{20.83}{s} \quad (2.25)$$

ЭЧД кірісінде ток күші, ал МЧД шығысында кезең бар екенін ескеріңіз. Біз беріліс функциясы бар блокты аламыз:

$$W(s) = \frac{M(s)}{I_{\text{я}}(s)} = C_m \Phi = 0.57 \quad (2.26)$$

ЭДВ беру функциясы.

$$\begin{aligned} W_{\text{ДВ}}(s) &= \frac{W_{\text{П}}}{W_{\text{П}} * W_{\text{OC}} + 1} = \frac{\frac{1.25}{1+0.02s} * 0.57 * \frac{20.83}{s}}{\frac{12.5}{1+0.02s} * 0.57 * \frac{20.83}{s} * 0.67 + 1} \\ &= \frac{148.41}{s+0.02s^2+99.44} = \frac{1.49}{0.0002s^2+0.0101s+1} \end{aligned} \quad (2.27)$$

Тасымалдау құрылғысы сызықтық буын болып табылады.

$$W(s) = K = \frac{V_{\text{НОМ}}}{n_{\text{НОМ}}} = \frac{30}{3150} = 0.0095 \quad (2.28)$$

Кесу процесі теңдеумен сипатталады:

$$P_z = C_{pz} * v^{0.7} * s^{0.7} * t^{0.6} \quad (2.29)$$

$$W_{\text{ПР}} = \frac{K_{\text{ПР}}}{1 + 3,1s}$$

1-ші ретті аperiodты буын делік

$$K_{\text{ПР}} = \frac{P_z}{V(P)} = \frac{200}{30} = 6.67 \quad (2.30)$$

Кері байланыс сенсоры.

$$W(s) = \frac{K_{\text{ДУ}}}{T_{\text{ДУ}}s + 1}, \quad T_{\text{ДУ}} = 0, \quad (2.31)$$

$$W_{\text{ДУ}}(s) = K_{\text{ДУ}} = \frac{T_{\text{OC}}}{N_{\text{НОМ}}} = \frac{5}{200} = 0.025 \quad (2.32)$$

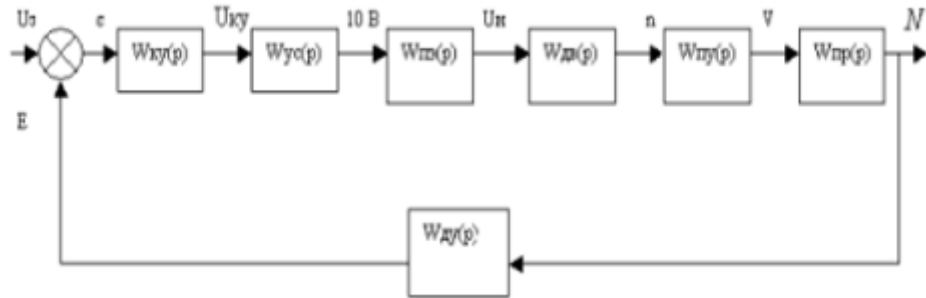
Күшейткіш УС

АБЖ қажетті қасиеттерін қамтамасыз ету үшін оның коэффициенті 358,39 құрайды.

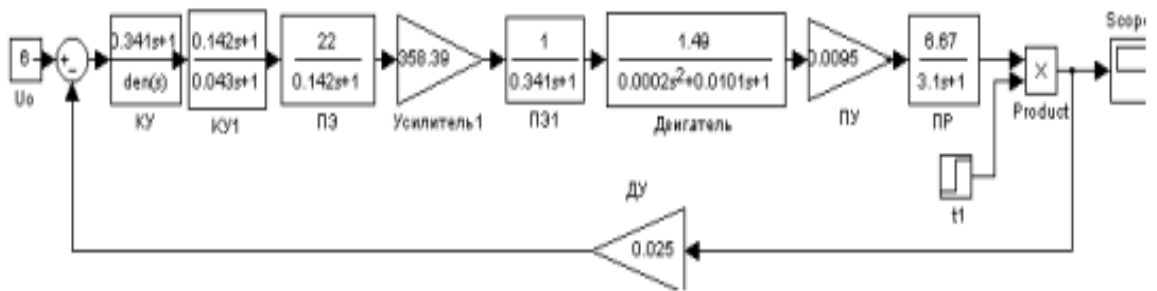
Түзету құрылғысы:

Қажетті қасиеттерді беру үшін біз келесі типтегі түзету құрылғысын қолданамыз:

$$W_{КУ}(s) = K = \frac{(0.341s+1)*(0.142s+1)}{(1.123s+1)*(0.043+1)} \quad (2.33)$$

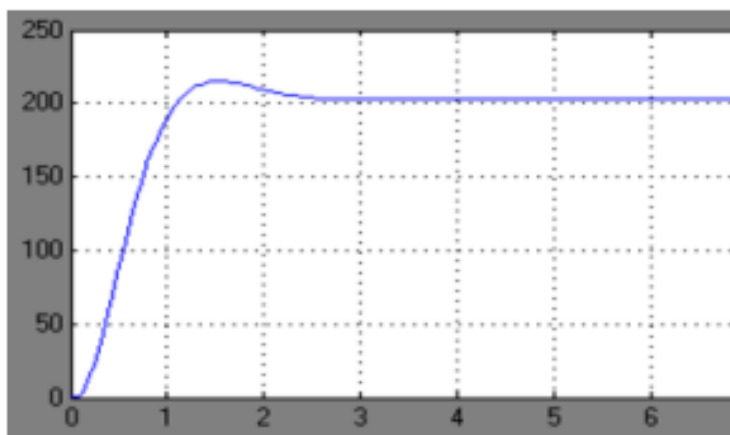


2.6-сурет – АБЖ құрылымдық диаграммасы



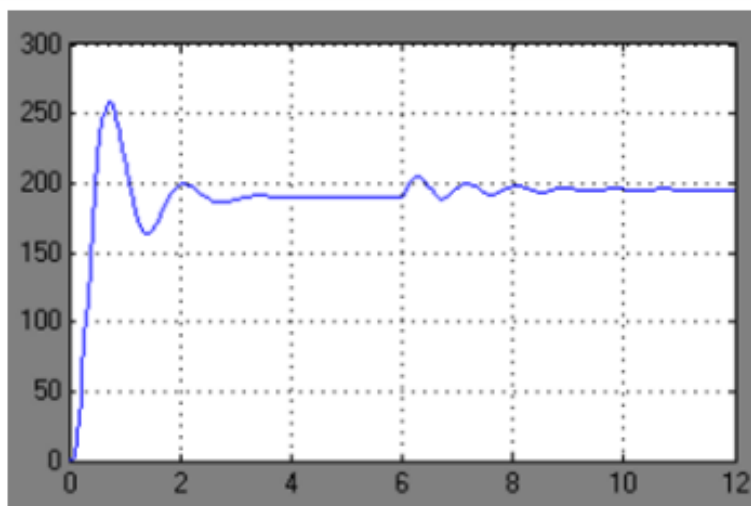
2.7-сурет – АБЖ математикалық моделі

Өтпелі процесс-жүйелер теориясында динамикалық жүйенің оған қолданылатын сыртқы әсерге реакциясын осы әсерді қолданған сәттен бастап белгілі бір тұрақты күйге дейін ұсынады [8].



2.8-сурет – Өтпелі кезең келесідей болады

Реттелетін объектінің бүкіл жұмыс уақытында қатенің лездік мәнін орнату реттеу жүйесінің қасиеттерін барынша толық бағалауға мүмкіндік береді. Алайда, шын мәнінде, орнатушы және ашуланшақ әсерлердің кездейсоқтығына байланысты мұндай тәсілді жүзеге асыру мүмкін емес.



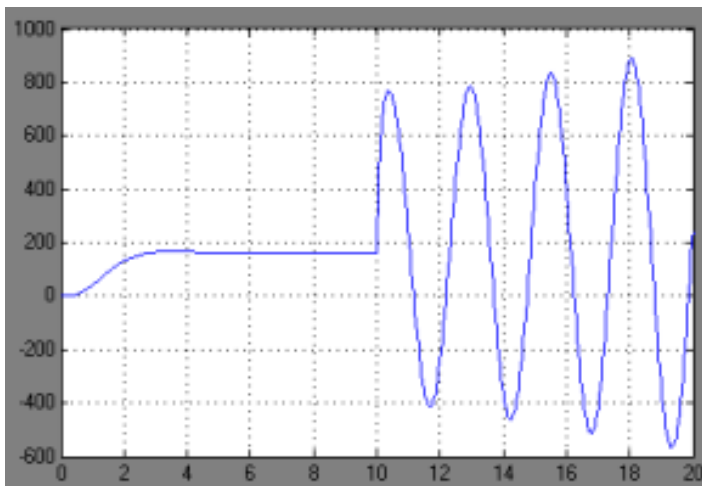
2.9-сурет– Өтпелі кезең келесідей болады

## 2.6 Адаптивті басқару қажеттілігінің негіздемесі

Тегістеу процесі су төгетін чиптердің пайда болуымен және салыстырмалы түрде тұрақты кесу күшімен немесе үзіліссіз элементтік чиптердің пайда болуымен тұрақсыз жүруі мүмкін, егер үзіліссіз, тұрақсыз өсу болса, мезгіл-мезгіл өзгертін кесу күші болады. Кесу күштерінің сәйкес келмеуі әртүрлі себептерге байланысты болуы мүмкін. Нәтижесінде кесу процесінің қуаты да өзгереді. Кесу процесінің берілу коэффициенті 100 ден астам өзгеруі мүмкін бір рет.



Кесу процесінің берілу коэффициентінің осындай өзгеруімен тұрақты түзету және басқару элементтерінің тұрақты параметрлері бар әдеттегі АБЖ тұрақтандыру кесу күштері қажетті қамтамасыз ете алмайды кесу процесінің өзгеретін жағдайларындағы дәлдік шарттары. Мысалы,  $K_{\text{ПР}}$  5 есе өзгерткен кезде, қарапайым АБЖ бұзылулармен күреспейді, жүйе "вразнос" жүреді:



2.10 –сурет – Кесу процесінің қуаттылығы

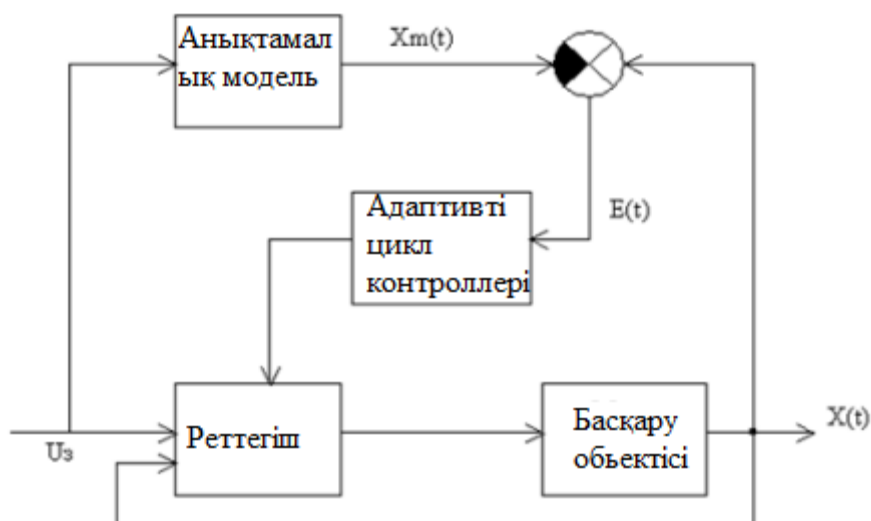
Жүйенің қажетті қасиеттерін қамтамасыз ету үшін басқару объектісінің берілу коэффициентін өзгертуге инвариантты АдСУ құрылымын синтездеу керек.

## 2.7 Адаптивті басқару жүйесінің класын таңдау

Адаптивті басқару жүйелері әртүрлі:

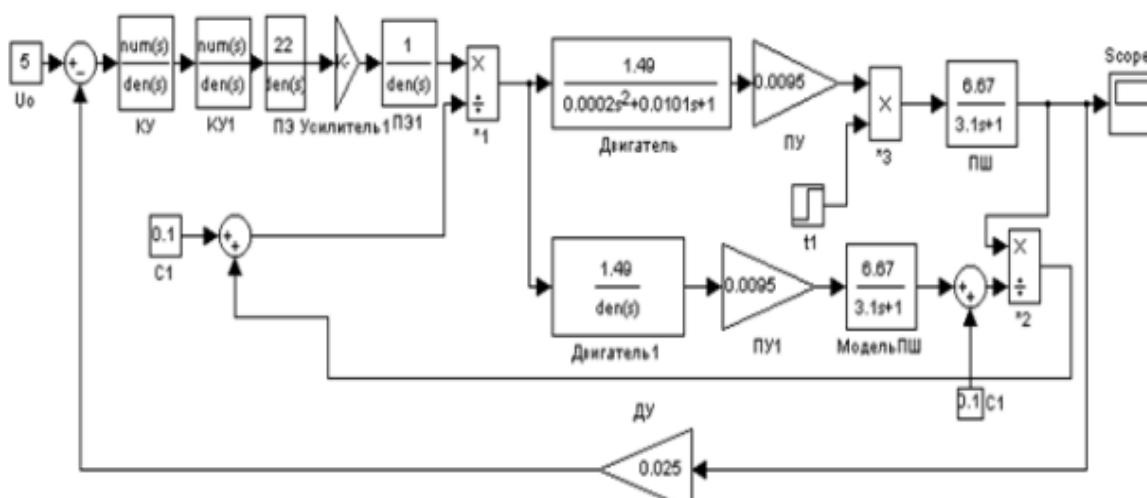
- бейімделу контурының түрі бойынша (ашық, жабық және аралас);
- бейімделу әдісі бойынша (іздеу және іздемеу);
- контурды баптау сипаты бойынша
- мақсат бойынша (сапаны тұрақтандыратын және сапаны оңтайландыратын жүйелер).

Бейімделу контурының түріне сәйкес біз жабық жүйені таңдаймыз, өйткені онда жүйенің реакциясын талдау мүмкіндігі бар. Осылайша, бұралу процесінің математикалық моделі белгілі, бұл жағдайда бейімделу басқару жүйесі нақты қозғалысты жақындатуға міндетті "анықтамалық модель" қозғалысын басқару жүйелері, яғни. тікелей бейімделуі бар бейімделу басқару жүйесін таңдаңыз. Осылайша, бұралу процесінің математикалық моделі белгілі, бұл жағдайда бейімделу басқару жүйесі нақты басқару жүйесінің қозғалысын "анықтамалық модель" қозғалысына жақындатуға міндетті, яғни. таңдау адаптивті басқару жүйесі тікелей бейімделумен. Бейімделу жүйесінің міндеті-сапаны тұрақтандыру. Контур құрылымын теңшеу сипатына сәйкес біз өздігінен реттелетін жүйені таңдаймыз.



2.11 - сурет – АдСУ құрылымдық схемасын әзірлеу

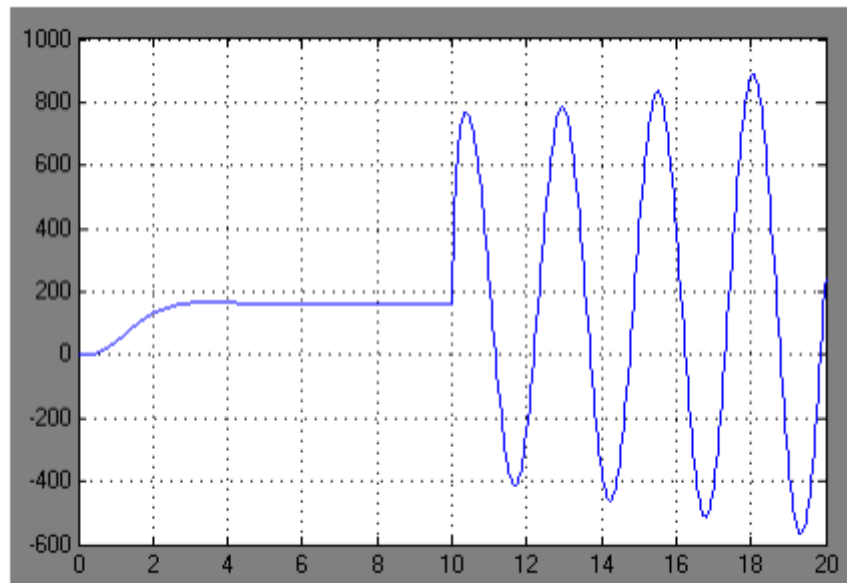
ОУ беру коэффициентінің өзгеруіне жүйенің инварианттылығын келесі схемамен қамтамасыз етуге болады:



2.12-сурет–ОУ математикалық моделі

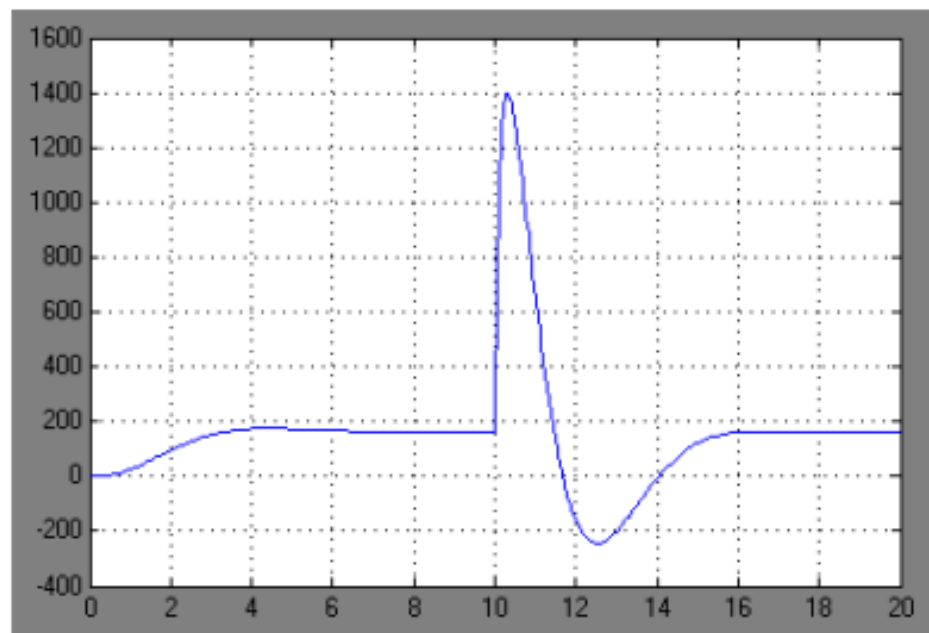
## 2.8 Компьютерлік модельдеу нәтижелері бойынша жүйені талдау

Кесу коэффициенті 10 есе өзгерген кезде тізбекті бейімдеу өшірілген бұзылысы бар өтпелі процесс:



2.13-сурет – Орнықсыз өтпелі кезең

Мазасыздықпен өтпелі кезең (өзгеріс  $K_{пр}$  10 есе) бейімделу тізбегі қосылған:



2.14-сурет– Тізбек өшірілген кезде өтпелі процесс

Өтпелі диаграммалардан бейімделу тізбегі өшірілген кезде, кесу коэффициентінің өзгеруімен жүйе тербелмелі сипатқа ие болатындығы байқалады. Тізбек қосылған кезде бейімделу жүйесі тұрақтылықты жоғалтпайды, қайта реттеу азаяды және тұрақтандыру уақыты айтарлықтай қысқарады, кесу процесінің берілу коэффициенті 10 есе өзгерген кезде өтпелі процесс келесі сипаттамаларға ие: өтпелі кезеңнің ұзақтығы процесс бс, Шығыс

координатасының бастапқы мәннен ауытқуы 0.1, яғни жүйе қойылған талаптарды қанағаттандырады.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Бұл дипломдық жұмыста металды кесу процесін басқару сипатталған, тиісті тұжырымдамалар ұсынылған және технологиялық дамуға шолу берілген. Біріншіден, өндірістік процесті басқарудағы негізгі идеялар ұсынылды және процесті басқару жүйелері адаптивті басқару жүйелеріне жіктелді. Адаптивті басқаруды оңтайландырудың жалпы схемасын жүзеге асырудағы негізгі қиындықтардың бірі-нақты уақыт режимінде құралдың тозуын анықтаудың сенімді әдісінің болмауы.

Осылайша, құралдың тозуын анықтау мәселесіне бағытталған көптеген зерттеулер жүргізілді. Күшті өлшеу және бейімделу күйін бағалауды қолдана отырып, құралдың тозуын нақты уақыт режимінде өлшеуге бағытталған зерттеулер сипатталған.

Металл кесу операцияларында процесті басқарудың негізгі қиындығы контроллердің тұрақсыздығына немесе процесс параметрлерінің өзгеруіне байланысты туындауы мүмкін құралдың бұзылуына байланысты. Соңғы жылдары осы салада айтарлықтай жұмыстар жүргізілді және бірнеше зерттеушілер жүйелерге адаптивті басқару әдістерін қолдануды көрсетті. Мұнда біз процестерді басқарудың адаптивті жүйелерін сипаттадық, біреуі механикалық кесуге, екіншісі термиялық кесуге арналған. Тәжірибелер металды кесу процесін басқару үшін адаптивті басқару жүйесін қолданудың орындылығын анық көрсетті.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 [http://www.technolaser.ru/russian/album\\_cut.htm](http://www.technolaser.ru/russian/album_cut.htm)
- 2 O'Neill W., Gabzdyl J.T. New developments in laser-assisted oxygencutting// Optics and Lasers in Engineering // 2000. Vol. 34. pp. 355-367.
- 3 Зайцев А.В., Ковалев О.Б., Маликов А.Г., Оришич А.М., Шулятьев В.Б. Лазерная резка толстых стальных листов при использовании сверхзвуковой струи кислорода // Квантовая электроника. 2007.Т. 37, №6. С 891- 892.
- 4 Афонин Ю.В., Голышев А.П., Иванченко А.И., Малов А.Н., Оришич А.М., Печурин В.А., Филев В.Ф., Шулятьев В.Б. Генерация излучения с качеством ТЕМ<sub>00</sub> моды в непрерывном СОг- лазере мощностью 8 кВт. // Квантовая электроника. 2004. Т. 31, № 4. С.307-310.
- 5 Макашов Н.К., Асмолов Е.С., Блинков В.В. и др. Газогидродинамика резки металлов непрерывным лазерным излучением в инертном газе. //Квантовая электроника. 1992. Т. 19, № 9. С. 910-915.
- 6 Ковалев О.Б., Оришич А.М., Фомин В.М., Шулятьев В.Б.Сопряженные задачи механики сплошных сред в процессах газолазернойрезки металлов // ПМТФ. 2001. Т.42, №6. С. 106-116.
- 7 Голубев В.С. О механизмах удаления расплава при газолазерной резкематериалов // Е-принт ИПЛИТ РАН, № 3, 2004
- 8 <https://studfiles.net/preview/951010/page:4/>
- 9 Автоматизация типовых технологических процессовметаллообработки. Расчет и проектирование/Шапарев Н.К. – Киев ;Головноеизд-во, 1984 – 312с.
- 10Г.И.Грановский, В.Г.Грановский. Резание металлов. М.: Высшаяшкола, 1985. – 304 с.

11 Михелькевич В.Н. Автоматическое управление шлифованием. М., «Машиностроение», 1975. – 304с.

12 Основы автоматизации и управления технологическими процессами в машиностроении: Уч пособие д/студентов тех-х вузов/В.Ц. Зориктуев, Н.С. Буткин, А.Г. Лютов – Уфа: УГАТУ, 2000 – 406с.

13 Справочник технолога-машиностроителя./ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. Т.2. М.: Машиностроение. 1985. - 656с.

14 Справочник по электрическим машинам. В 2 т. Под общ. ред. И.П. Копылова и Б.К. Клюкова. Т.1. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 456 с.

15 Якимов А.В. Оптимизация процесса шлифования. М., «Машиностроение», 1975 – 176с

«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы

## РЕЦЕНЗИЯ

Дипломдық жоба  
(жұмыс түрінің атауы)

Омархан Асқар  
(Білім алушы)

6B07103 – Автоматтандыру және роботтандыру  
(коды мен атауы)

Тақырыбы: Кесу процесін автоматты реттеу жүйесін әзірлеу

Орындалды:

- а) парақтардағы графикалық бөлік 2  
б) беттердегі түсіндірме жазба 37

## ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУЛЕР

Жұмыста кесу процесін автоматтандырудың заманауи технологиялары егжей-тегжейлі қарастырылды. Студент қолданыстағы шешімдерге талдау жасады, сонымен қатар әртүрлі автоматтандыру жүйелерінің артықшылықтары мен кемшіліктерін қарастырды.

Станцияда процесті бақылау және басқару бағдарламалық жасақтамасын жасауға ерекше назар аударылды. Студент бағдарламалық жасақтаманы дамытудың жоғары өнімді әдістерін қолданды, соның арқасында процесті тиімді автоматтандыруға қол жеткізілді.

Жұмыста құралдың тозуын анықтау мәселесіне бағытталған көптеген зерттеулер жүргізілді. Күшті өлшеу және бейімделу күйін бағалауды қолдана отырып, құралдың тозуын нақты уақыт режимінде өлшеуге бағытталған зерттеулер сипатталған. Нәтижелер студенттің технологиялық процестерді автоматтандыру саласында терең білімі бар екенін көрсетеді.

Омархан Асқардың дипломдық жұмысы дербес, тұтас, қарастырылған технологиялық процесті автоматтандыру тұрғысынан өзекті болып табылады.

## Жұмысты бағалау

Дипломант Омархан Асқар дипломдық жобаның міндетін орындады, 6B07103 - Автоматтандыру және роботтандыру мамандығы бойынша дипломдық жұмыстарға қойылатын талаптарға сәйкес келеді деп санаймын. Орындалған жұмыстың жоғарыда сипатталған сипаттамасы, нәтижелер деңгейі мен сапасы негізінде студент Омархан Асқар корғауға жіберіледі және бакалавр академиялық дәрежесін беруге лайық.

  
Рецензент  
Т.п.қ. доцент, Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ  
(лауазымы, нақты жері мен атауы)  
Туманов И.Е. Т.А.Ә.  
(қолы)  
« 02 » 20... ж.

## ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

Дипломдық жоба  
(жұмыстүрінінтауы)

Омархан Асқар  
(білімалушы)

6B07103 – Автоматтандыружәнероботтандыру  
( коды мен атауы)

Тақырыбы:Кесу процесін автоматты реттеу жүйесін әзірлеу

Жұмыста кесу процесін автоматтандырудың заманауи технологиялары егжей-тегжейлі қарастырылды. Студент қолданыстағы шешімдерге талдау жасады, сонымен қатар әртүрлі автоматтандыру жүйелерінің артықшылықтары мен кемшіліктерін қарастырды.

Станцияда процесті бақылау және басқару бағдарламалық жасақтамасын жасауға ерекше назар аударылды. Студент бағдарламалық жасақтаманы дамытудың жоғары өнімді әдістерін қолданды, соның арқасында процесті тиімді автоматтандыруға қол жеткізілді.

Жұмыста құралдың тозуын анықтау мәселесіне бағытталған көптеген зерттеулер жүргізілді. Күшті өлшеу және бейімделу күйін бағалауды қолдана отырып, құралдың тозуын нақты уақыт режимінде өлшеуге бағытталған зерттеулер сипатталған. Нәтижелер студенттің технологиялық процестерді автоматтандыру саласында терең білімі бар екенін көрсетеді.

Омархан Асқардың дипломдық жұмысы дербес, тұтас, қарастырылған технологиялық процесті автоматтандыру тұрғысынан өзекті болып табылады.

Дипломант Омархан Асқар дипломдық жобаның міндетін орындады, 6B07103 - Автоматтандыру және роботтандыру мамандығы бойынша дипломдық жұмыстарға қойылатын талаптарға сәйкес келеді деп санаймын. Орындалған жұмыстың жоғарыда сипатталған сипаттамасы, нәтижелер деңгейі мен сапасы негізінде студент Омархан Асқар қорғауға жіберіледі және бакалавр академиялық дәрежесін беруге лайық.

Ғылыми жетекші  
Тех.ғыл.к-ты., ассоц.профессор  
(должность, уч. степень, звание)

(подпись)  
«10» сентябрь 2023 г.



Орыnbет М.М.  
Ф. И.О.



**Протокол анализа Отчета подобия  
заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения**

Заведующий кафедрой / начальника структурного подразделения заявляет, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

**Автор:** Омархан Аскар

**Название:** «Кесу процесін автоматты реттеу жүйесін эзірлеу»

**Координатор:** Орынбет М.М.

**Коэффициент подобия 1:** 0.10%

**Коэффициент подобия 2:** 0%

**Замена букв:** 24

**Интервалы:** 0

**Микропробелы:** 22

**Белые знаки:** 10

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальника структурного подразделения констатирует следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем не допускаю работу к защите.


Обоснование: В результате проверки на антиплагиат были получены коэффициенты: Коэффициент подобия 1: 1.58% и Коэффициент подобия 2: 1.18%. Работа выполнена самостоятельно и не несет элементов плагиата. В связи с этим, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите перед государственной комиссией.

«10» июня 2023 г.  
Дата

  
Подпись заведующего кафедрой /  
начальника структурного подразделения

**Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:**  
Дипломный проект допускается к защите.

«10» июня 2023 г.  
Дата

  
Подпись заведующего кафедрой /  
начальника структурного подразделения

### Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Омархан Асқар

Название: Кесу процесін автоматты реттеу жүйесін әзірлеу

Координатор: Орынбет М.М

Коэффициент подобия 1: 0.10

Коэффициент подобия 2: 0

Замена букв: 24

Интервалы: 0

Микропробелы: 22

Белые знаки: 10

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование: В результате проверки на антиплагиат были получены коэффициенты: Коэффициент подобия 1: \_\_\_ и Коэффициент подобия 2: \_\_\_\_\_. Работа выполнена самостоятельно и не несет элементов плагиата. В связи с этим, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите перед государственной комиссией.

«10» *Март* 2022 г.

Дата



Подпись Научного руководителя