

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Өнеркәсіптік инженерия кафедрасы

Қанатбек Айсұлтан Ілиясұлы

«CAD/CAE Материалдарды қысыммен өңдеуге арналған жабдықтарды  
модельдеу»

Дипломдық жобаға

**ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА**

5B071200 – Машинажасау

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Өнеркәсіптік инженерия кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**

Кафедра меңгерушісі

PhD д-ф, қауым. профессор

\_\_\_\_\_ Арымбеков Б.С.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 ж.

Дипломдық жобаға

**ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА**

Тақырыбы: «САЕ/САЕ Материалдарды қысыммен өңдеуге арналған жабдықтарды модельдеу»

5B071200 – Машинажасау

Орындаған

Қанатбек АйсұлтанІлиясұлы

Ғылыми жетекші,

PhD д-ф, қауым. профессор

\_\_\_\_\_ Исаметова М. И.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 ж.

Алматы 2020

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә. Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік автоматтандыру және цифрлау институты

Өнеркәсіптік инженерия кафедрасы

5B071200 – Машинажасау

**БЕКІТЕМІН**

Кафедра меңгерушісі

PhD д-ф, қауым. профессор

\_\_\_\_\_ Арымбеков Б.С.

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2020 ж.

**Дипломдық жоба орындауға  
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Қанатбек Айсұлтан Ілиясұлы

Тақырыбы «CAD/CAE Материалдарды қысыммен өңдеуге арналған жабдықтарды модельдеу»

Университет ректорының «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ ж. № \_\_\_\_\_ бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ ж.

Дипломдық жобаның бастапқы берістері *МКӨ үрдістерін компьютерлік моделдеудің заманауи әдістері және оларды моделдеуге арналған элементтік кешендерді қарастыру*

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі

- а) Берілген бөлшектің сызбасын әзірлеу*
- б) Бастапқы дайындаманың параметрлерін есептеу*
- в) Винт дайындамасын жүктемеге есептеу*

Ұсынылған негізгі әдебиет: *6 атау*

Дипломдық жобаны дайындау  
**КЕСТЕСІ**

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәліметтер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Кіріспе. МҚӨ үрдістерін компьютерлік моделдеудің заманауи әдістері және оларды моделдеуге арналған элементтік кешендерді қарастыру		
Берілген бөлшектің сызбасын әзірлеу		
Бастапқы дайындаманың параметрлерін есептеу		
Винт дайындамасын жүктемеге есептеу		

Дипломдық жоба бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жобаға қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Норма бақылау			

Ғылыми жетекші \_\_\_\_\_ Исаметова М. И.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы \_\_\_\_\_ Қанатбек А.І.

Күні \_\_\_\_\_ «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 ж.

## АҢДАТПА

Дипломдық жобада цилиндрлік формадағы қуыс бөлшектерді қалыптаудың негізгі технологиялық операциялары, сондай-ақ олардың ерекшеліктері қарастырылған. CAD / CAE есептеу моделін пайдалана отырып жарықдиодты шамдар қорабын жасау мысалында жартылай цилиндрлік қалыптаудың оңтайлы технологиясы әзірленді . Таңдалған бөлшектерді қалыптау технологиясының негізгі параметрлерінің сипаттамалары алынды

## **АННОТАЦИЯ**

В дипломном проекте рассмотрены основные технологические операции обработки металлов давлением, а также их особенности. Разработана оптимальная технология изготовления винтов использованием расчетной модели системы CAD / CAE. Получены характеристики основных параметров разрабатываемой технологии обработки металлов давлением.

## **ANNOTATION**

The diploma project considers the main technological operations of stamping hollow cylindrical parts, as well as their features. The optimal technology of semi-cylindrical stamping is developed on the example of manufacturing a box of led lamps using the CAD / CAE computational modeling system . The characteristics of the main parameters of the developed technology of stamping the selected part are obtained

## МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1. Әдеби шолу	9
1.1. Сығу процестерінің жіктелуі.	9
1.2. МҚӨ үрдістерін компьютерлік моделдеудің заманауи әдістері және оларды моделдеуге арналған элементтік кешендер	11
2 "Винт" бөлшектерін жасаудың қысыммен өңдеу технологиясын жобалау.	14
2.1. Бастапқы деректер	14
2.2. Берілген бөлшектің сызбасын әзірлеу	15
2.3. Бастапқы дайындаманың параметрлерін есептеу	18
2.4. Дайындаманы алу тәсілін таңдау	18
2.5 Винт дайындамасын жүктемеге есептеу	20
3. Нәтижелері және қорытындылары	27
3.1 Нәтижелері	30
Қорытынды	31
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	32



## КІРІСПЕ

Металдарды қысыммен өңдеу-металл дайындамасының пішінін оның жекелеген бөліктерінің салыстырмалы ығысуы, яғни пластикалық деформация есебінен бүтіндігін бұзбай өзгертетін технологиялық процестер тобы.

Метал өңдеудің басқа түрлерімен (күю, кесу арқылы өңдеу) салыстырғанда МҚӨ-ге негізделген технологиялық процестерді енгізу ұдайы кеңейтіледі, бұл металл ысырабының азаюымен, технологиялық процестерді механикаландыру мен автоматтандырудың жоғары деңгейін қамтамасыз ету мүмкіндігімен түсіндіріледі. МҚӨ ыстықтай және суықтай деп екі түрге бөлінеді. Бұл жұмыста біз суықтай өңдеуді қарастырамыз. Суықтай өңдеу кезінде пластикалық деформация процесі металдың механикалық және физикохимиялық сипаттамаларын өзгертетін беріктенумен қатар жүреді, микроқұрылымның жолақтылығын жасайды және де макроқұрылым талшықтарының бағытын өзгертеді. Суықтай МҚӨ кезінде анизотропияны тек механикалық ғана емес, сонымен қатар металдың физикалық химиялық қасиеттерін жасайтын құрылым пайда болады. Металл қасиеттеріне ОМД әсерін қолдану кезінде, ең жақсы қасиеттері бар бөлшектер минималды салмақпен шығарылады. Көлемді штамптау процесі - ыстық штамптауға ұқсас. Дегенмен, жылудың болмауы таза беті бар бөлшектерді дәлірек анықтауға мүмкіндік береді.

Тікелей суықтай сығу кезінде біркелкі емес жан-жақты қысу жағдайлары пайда болады, нәтижесінде металдың икемділігі қысу кернеулерінен көп артады, бұл жоғары төзімді, қиын деформацияланатын қорытпалардан бөлшектерді жасауға мүмкіндік береді.

Суықтай сығу - бұл суық штамптау процесі. Штамптау - металды қысыммен өңдеу, бұл кезде детальды қалыптау арнайы құрал-Штампта жүргізіледі.

Дайындаманың түрі бойынша көлемдік және листтік штамптау, процестің температурасы бойынша - суықтай және ыстықтай болып бөлінеді. Соғумен салыстырғанда штаптау үлкен өнімділікті қамтамасыз етеді, өйткені бір уақытта барлық дайындама немесе оның елеулі бөлігі пластикалық деформацияланады.

## 1. Әдеби шолу

### 1.1. Сығу процестерінің жіктелуі

Ыстық, жартылай ыстық, жартылай суық және суық деформацияны анық ажыратып алу қажет.

Ыстық деформациялауды қамтитын бөлшектер өндірісінің технологиялық процестері кеңінен таралған. Қыздыру - штамптау кезінде белгілі бір күштерді азайту үшін қолданылады, нәтижесінде штамптардың кедергісін жоғарылатады, сонымен қатар металл дайындамалардың пластикалық қасиетін арттырады және соғуда ішкі және беткі жарықтардың (трещина) пайда болуын болдырмайды. Бұл процестердің негізгі кемшіліктері - әдіп пен шақтаманың үлкен мәні; қарқынды масштабты қалыптастыру; қабыршақтың іздерін алу, талап етілетін дәлдік пен беттердің кедір-бұдырлығын беру мақсатында соғмалардың функционалдық беттерін кейіннен механикалық өңдеу; металды қайта кристалдауға байланысты беріктендіретін процестердің өтуі, сондай-ақ жоғары энергия шығындары.

Толық емес ыстық деформация кезінде беріктендіру және деформацияланатын металда ішінара рекристаллизация жүреді. Сондықтан металл деформация процесінде де, суыту кезінде де бірдей құрылымды ала алады. Бұл жағдайда деформация процесінде және оны салқындату кезінде металды беріктендіруге әкелетін температуралық-жылдамдық режимдерін таңдау керек. "Жартылай ширатылған штамптау" термині толық емес ыстық деформация жағдайларына жақын жағдайларды түсіндіреді. Соның салдарынан деформацияға кедергі едәуір төмендейді және икемділік көрсеткіштері артады, бұл жартылай тұтқыр қалыптауды қолданудың мақсаттылығына негіз болады.

Аз көміртекті болат үшін жартылай тұтқыр штамптаудың температуралық аралығының төменгі шегіне  $T = 300...500\text{ }^{\circ}\text{C}$  қабылданады. Бұл температураларда пластикалық қасиеттің азаюы және деформация кедергісінің ұлғаюы деформациялық қартаюмен түсіндіріледі (синеломкость аймағы).

1.1-кесте. Жартылай ысталған штамптауға арналған температура аралығы

Әр түрлі металдар мен қорытпаларға арналған экструзияның температуралық типтері	
Материалы	$^{\circ}\text{C}$
Свинец	200-250
Алюминий және оның қорытпалары	375-475
Мыс және оның қорытпалары	650-975
Болат	875-1300
Ыстыққа төзімді қорытпалар	975-2200

$T = 650...720^{\circ}\text{C}$ -тан төмен температураға дейін қыздыру құрылымның рекристалдануына алып келмейді, оны жою үшін келесі термоөңдеу (рекристаллизациялық күйдіру немесе қалыпқа келтіру) талап етіледі.

$850^{\circ}\text{C}$ -тан жоғары температура кезінде деформация кедергісі азаймайды, бұл температураның мұндай диапазоны тиімсіз екенін білдіреді. Сондықтан жартылай ысталған штамптау температуралық интернаттың жоғарғы шегіне  $T = 780...850^{\circ}\text{C}$  қабылданады.

Әдетте, жартылай ширатылған штамптау болаттарда фазалық түрленулер болатын  $T = 780...820^{\circ}\text{C}$  температуралар аралығында орындалады.

Жартылай ыстық штамптау кезінде деформациялық беріктендірумен қатар  $\sigma_s$ -ға деформация жылдамдығы үлкен әсер етеді. Жылдамдықтың артуымен жылдамдықтың жоғарылауы физикалық жұмсарту (қайтару және қайта кристаллизация) процестерінің нәтижесінде жүретін қаттылықтың жоғарылауына байланысты болады. Сонымен қатар, деформация жылдамдығының жоғарылауы, динамикалық беріктендіру орын алатын деформация дәрежелерінің аймағы ұлғаяды, ал бұрынғы деформация жағдайында статикалық беріктендіру алдыңғы деформация жылдамдығы жоғарылаған кезде қарқынды жүріп жатыр. Бұл әсер орташа температураның айтарлықтай жоғарылауымен түсіндіріледі.

Негізгі параметрлердің қатары бойынша көлемдік деформация процестерінің салыстырмалы сипаттамасы 1.1-кестеде келтірілген.

Суық деформация - ыстық деформация кемшіліктерін болдырмауға мүмкіндік береді. Суық деформация артықшылықтарының бірі-дайындаманың металын нығайту, бұл бөлшектердің кейбір топтары үшін талап етілетін беріктікті қамтамасыз ету кезінде орташа көміртекті және қоспаланған болаттарды төмен көміртекті болаттарға ауыстыруға мүмкіндік береді.

Суық деформацияның кемшілігі үлкен үлес күші бар құрал-сайманның жұмысы болып табылады, сондықтан форманы өзгертетін өткелдердің саны артады. Бұл өтпелер арасында дайындаманы қосымша күйдіруді енгізу, фосфаттау және майлау (Болат дайындамаларды қысу кезінде) қажеттілігімен байланысты.

Қарастырылып отырған көлемдік деформациялаудың әрбір процесін қолдану бөлшектерге қойылатын бірқатар талаптардың шектеулі. Сондай-ақ осы процестердің технологиялық мүмкіндіктері.

Бөлшектерді дайындау үшін жиі қолданылатын металдың қажетті беріктік сипаттамалары, беттердің сапасы және өлшем дәлдігі бар соғуларды ала отырып, суық деформация мен жартылай тұтқалы қалыптаудың ең прогрессивті процестері біріктіріледі.

## 1.2. МҚӨ үрдістерін компьютерлік моделдеудің заманауи әдістері және оларды моделдеуге арналған элементтік кешендер

Металдарды қысыммен өңдеудің классикалық теориясы деформацияланатын қатты дененің қолданбалы механикасының бөлімі ретінде деформацияланатын қатты дененің механикасының оңайлатылған есептерін шешудің инженерлік әдістерін анықтайтын ғылым ретінде өткен ғасырдың 20-шы жылдарында қалыптасты. Оның орнына келе жатқан "МҚӨ үрдістерін компьютерлік модельдеу теориясы" деп аталатын ғылым қазіргі уақытта қарқынды дамып келеді. Тек есептеу техникасы ғана емес, деформацияланған қатты дененің механикасы да жетілдірілді. Механиканың вариациялық принциптері бұрыннан белгілі, бірақ механика есептерін шешудің сандық әдісінің дамуы-осы принциптерді пайдаланатын соңғы элементтер әдісі (СЭӘ) өткен ғасырдың 50-ші жылдарының ортасынан басталды. Қазіргі уақытта механиканың вариациялық қағидаттарының жаңа формалары әзірленуде. Математикада да өзгерістер болды. Математикалық талдаудан Функционалдық талдау бөлініп, дами отырып, ол сандық әдістердің базасы болды. Математикалық физика, есептеуіш алгебра және математиканың басқа да бөлімдері одан әрі дамыды. Осының бәрі жаңа ғылымның негізін қалыптастырады. "МҚӨ үрдістерін компьютерлік модельдеу теориясы" ғылымының қалыптасуы үшін мыналар қажет:

- Математикалық тапсырмаларды математикалық қою кезінде шақтама жүйесін қайта қарау, бұл математикалық физиканың бейсызық есептерін сандық шешу мүмкіндігін іске асыруға мүмкіндік береді;

- Қазіргі уақытта бар Математикалық физиканың шеттік есептерін шешудің сандық әдістерінің барлық сан түрлілігі есептік тапсырмалардың кластарына қажетті сандық шешудің белгілі әдістерін таңдау және салыстыру, сондай-ақ МҚӨ міндеттерінің ерекшелігін көрсететін жаңа сандық әдістерді әзірлеу;

- Есептеуіш алгоритмдерді жобалау әдістеріне және ЭВМ сандық шешіміне сәйкес келетін математикалық аппаратты таңдау, әзірлеу және жетілдіру;

- Сандық эксперименттерді статистикалық үлгілеуді, нәтижелердің дұрыстығын бағалауды, автоматтандырылған жобалау жүйесіне компьютерлік үлгіні кірістіру әдістерін және т. б. қоса алғанда, сандық шешім нәтижелерін ұсыну, түсіндіру және бағалау әдістерін әзірлеу.;

- Студенттерді оқытуға және инженерлерді қайта даярлауды жүзеге асыруға қабілетті осы салада оқулықтар, оқу құралдарын жазу және мамандар даярлау. Қазіргі уақытта ең өзекті мәселелерді қарастырайық.

МҚӨ математикалық моделдеуінің дамуы көбінесе үш негізгі бағытта жүреді:

- Өлшемділігін арттыру, реологиялық үлгілердің күрделенуін, құралмен байланыстық өзара әрекеттесудің сипатын және үдерістердің басқа да ерекшеліктерін нақтылау жоспарында есептерді математикалық қою мазмұнын кеңейту;

- Қолданыстағы шешімдерді жетілдіру және жаңа әдістерді әзірлеу;

- Жекелеген технологияларды автоматтандырылған жобалау жүйесіне бағдарламалардың қолданбалы есептік пакеттерін интеграциялау үшін қазіргі заманғы пайдаланушы интерфейсін құру.

Бірінші екі бағытты мұқият қарастырайық, олар бірінші кезекте МҚӨ технологияларын компьютерлік моделдеудің дамуына әсер етеді. Компьютерлік моделдеуде қолданылатын МҚӨ-ны есептік тапсырмаларын технологиялық белгісі бойынша шартты түрде үш топқа бөлуге болады, олар машиналарды, құрал-саймандарды және дайындамаларды есептеуге сәйкес. Дайындаманы жүктеу және деформациялау жылдамдығы бойынша әдетте квазистатикалық (кривошипті және гидравликалық престерде, төмен жылдамдықты балғаларда және жүктеменің төмен жылдамдығы бар басқа жабдықтарда штамптау) және жоғары жылдамдықты (жарғышты, электрогидроимпульсті, магнитті-импульсті және импульсті штамптаудың басқа да түрлері) процестерді ажыратады. Деформациялау кезінде дайындамаларды қыздыру бойынша суық және ыстық қалыптау міндеттерін, дайындаманың түрі бойынша листті және көлемді штамптау міндеттерін қарастырады. Прокаттау тапсырмалары әдетте дербес қаралады. Әрбір көрсетілген нұсқада есептерді математикалық қою тәсілі принципті түрде ерекшеленеді. Олардың сандық шешу әдістері де әртүрлі болады.

Есептік тапсырмалардың толықандылығы, әдетте, технологияның барлық үш құрауыштарын бірлесіп талдауды талап етеді: жабдық, құрал және деформацияланатын дайындама. Жоғары жылдамдықты қалыптау процестеріне арналған қойылымның осындай кешенділігі ерекше өзекті, онда барлық үш компоненттер арасында шектеулі энергияның қарқынды алмасуы болады. Алайда, ең заманауи аппараттық компьютерлік құралдарды қолдану жылдам әрекет ету мен есте сақтаудағы шектеулерге байланысты осындай кешенді міндеттердің көпшілігін шешуді қамтамасыз етпейді. Болашақта есептеуіш техниканы дамытумен компьютерлік модельдеу көмегімен осындай міндеттерді шешу және олардың негізінде тиімді технологияларды жасау мүмкін болады.

Өнеркәсіпте (әсіресе автомобильде) швейцариялық AutoForm Engineering GmbH фирмасымен дамытылған AutoForm пакеті кеңінен таралған. Жүзден астам фирмалар, соның ішінде ірі автомобиль концерндері AutoForm

пайдаланушылары болып табылады. Бұл кешен листтерді штамптау технологиясын модельдеу жүйесі ретінде құрылды. Оның өте ыңғайлы интерфейсі бірінші кезекте сандық әдістер саласында мамандар болып табылмайтын пайдаланушы-технологтарға арналған. AutoForm бірнеше бөлек берілетін қосымша модульдерді қамтиды, өзара тығыз біріктірілген және листті штамптау технологиясын жобалаудың әр түрлі міндеттерін орындайтын: штампталған жарақтың құрылымын әзірлеу, дайындаманың формасын оңтайландыру, листті оңтайлы жазу және т. б. Құбырлардан дайындамаларды гидроштамповкалау және ию үшін модульдер қарастырылады. AutoForm жүйесінің шешушісі айқын емес формулаға классикалық МКЭ негізделген. Элементтердің пішіні - үшбұрышты. Есептеулердің дәлдігін арттыру үшін үлкен қисық торы бар немесе үлкен деформациясы бар облыстарда подэлементтерге элементтердің жергілікті динамикалық бөлінуі қолданылады. Соңғыдан басқа, барлық нұсқаларда, моментсіз қабық қолданылды, бұл есептеу жылдамдығын айтарлықтай арттыруға мүмкіндік берді, алайда серпімді жүктемені дәл есептеу мүмкін емес еді. Соңғы нұсқасы толық моментті формулировкасы бар шешуші нұсқа болып табылады. Байланыс алгоритмі - Lagrange Multiplier (Лагранж көбейткіштер әдісі бойынша).

Екінші жүйе, өнеркәсіпте кең тараған, Esi Group француз фирмасында жасалған PAM-STAMP бағдарламасы болып табылады. Алдымен PAM-STAMP, AutoForm-мен салыстырғанда ыңғайлы интерфейс болды. Бұдан басқа, технологтардың қажеттіліктеріне бағдарланған арнайы модульдердің болмауы осы жүйенің өнеркәсіпте танымалдығының төмен деңгейін анықтады. AutoForm-мен салыстырғанда, PAM-STAMP бағдарламасының артықшылығы деформация және серпімді күш түсіру есептерінің жоғары дәлдігі болып табылады (шот уақытын айтарлықтай ұлғайту есебінен). PAM-STAMP 2G (2G - 2nd Generation, екінші поколение) жүйесінің соңғы нұсқасында жүйенің интерфейсі айтарлықтай қайта өңделген, штамптау жабдығын жобалау модулі қосылған, есептеу жылдамдығы оңтайландырылған. PAMSTAMP жүйесінің решителі LS-DYNA жүйесінің решителі шешімі негізінде әзірленген. Динамикалық тұрғыда тапсырма, квазистатикалық деформация есебін шешу үшін қолданылады. Динамиканың әсерін азайту үшін жасанды тұтқырлық қолданылады.

## 2 "Винт" бөлшектерін жасаудың қысыммен өңдеу технологиясын жобалау.

### 2.1. Бастапқы деректер

Жобалау процесіне мыналар кіреді:

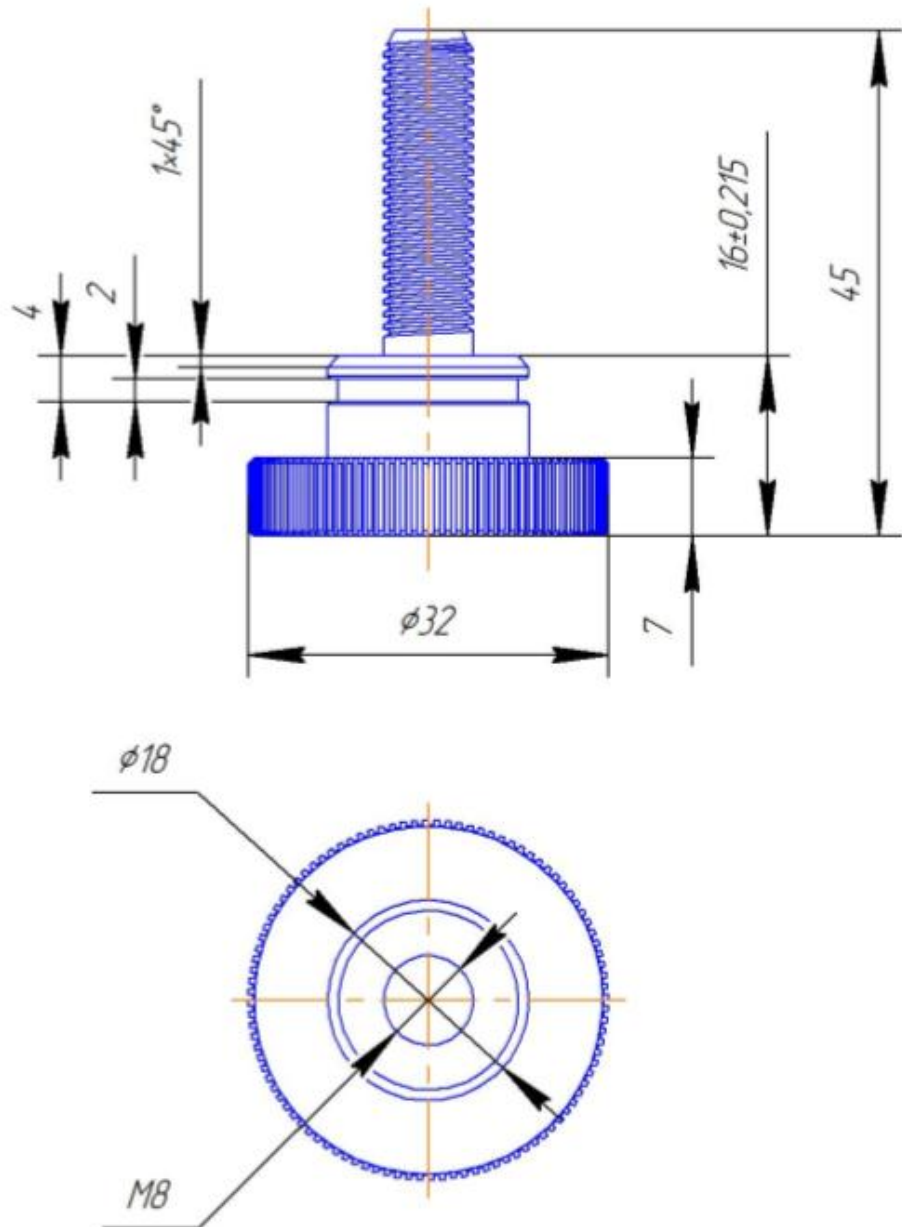
- Бөлшектің үш өлшемді моделі;
- Негізгі өлшемдерді қоя отырып, бөлшектің екі негізгі проекциялары;

SolidWorks 2016 бағдарламасында бөлшектің үш өлшемді геометриялық моделі жасалды (сурет. 2.1).

Геометриялық модель бойынша негізгі өлшемдерді қоюмен 2D сызбалар құрастырылды (сурет. 2.2).



2.1– сурет. Бөлшектің үш өлшемді геометриялық моделі



2.2 –сурет. Бөлшек сызбасы

2.1-кесте. Дайындама негізгі геометриялық параметрлері

Бөлшектерді дайындау процесін одан әрі жобалау үшін оны жасау тәсілін таңдау қажет. Бұл бөлшек гидравликалық преста тікелей сығу процесін суық көлемді штамптау әдісімен орындалады.

## 2.2. Берілген бөлшектің сызбасын әзірлеу



Алдымен напусктар, әдіптер, шақтамалар тағайындалады. Олар стандарттармен реттелмеген, сондықтан біз тек ұсыныстарды басшылыққа аламыз:

1) Напусктер сығымдау мүмкін емес элементтерге (канавкалар, терең іштей, өткір өтпелер, бұрандалар және т. б.) тағайындалады.

2) Әдіптерді тағайындау кезінде келесі қатынастарды қолданамыз:

$$PD=(0,05\dots0,15)\cdot\sqrt{D}; \quad (2.1)$$

$$PL=(0,01\dots0,05)\cdot L; \quad (2.2)$$

$$Pd=(0,05\dots0,15)\cdot\sqrt{d}. \quad (2.3)$$

Осылайша біз бөлшекті аламыз (2.3 - сурет)

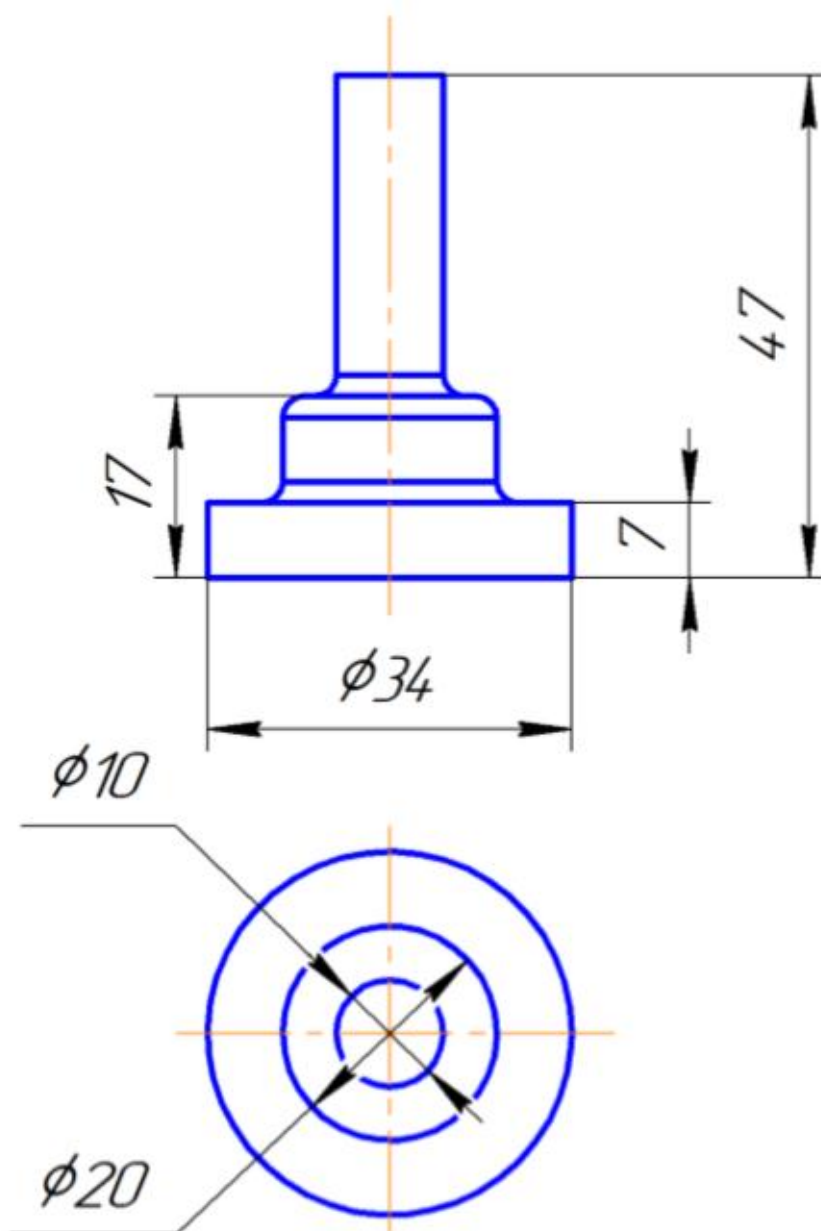
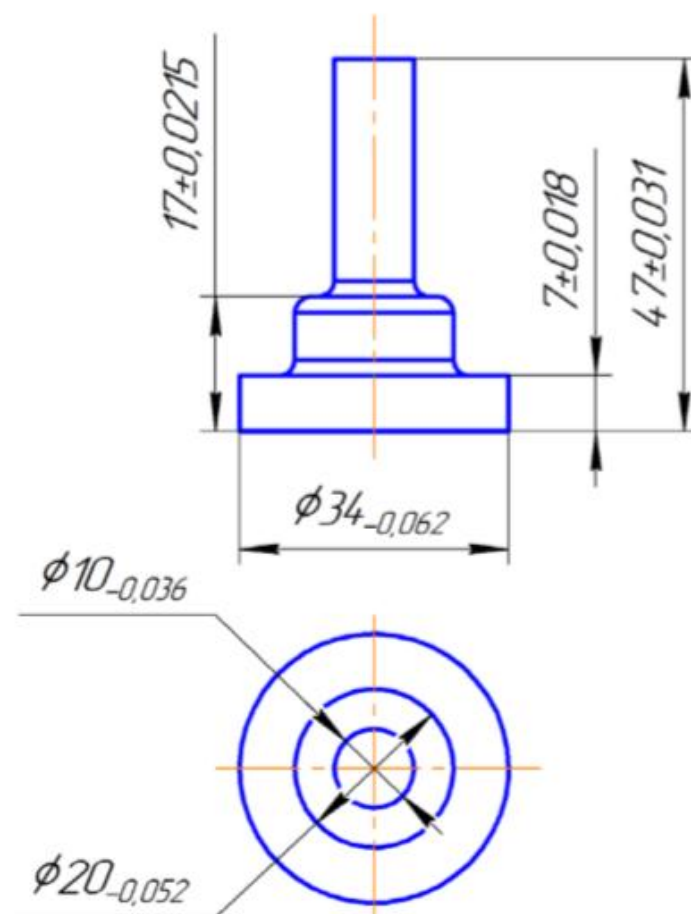
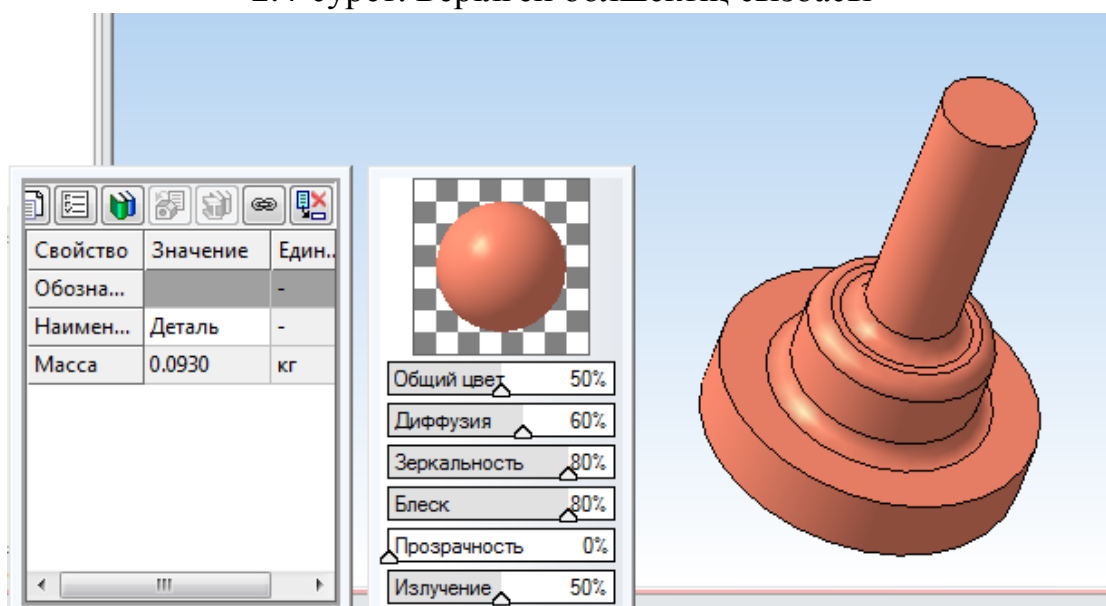


Рисунок 2.3 –Сығымдалған бөлшек  
- доғалардың көрсетілмеген радиусы 2 мм.

3) Шақтамалар әр түрлі өлшемдер үшін әр түрлі анықталады. Нәтижесінде берілген бөлшектің негізгі сызбасы. 2.4 - суретте және 3D моделі 2.5 – суретте.



2.4-сурет. Берілген бөлшектің сызбасы



2.5 - сурет. Берілген бөлшектің 3D моделі

(КОМПАС 3D)

### 2.3. Бастапқы дайындаманың параметрлерін есептеу

Бастапқы дайындаманың өлшемін табу үшін SolidWorks 2016 бағдарламасының көмегімен оның көлемін анықтаймыз:

$$V_{\max} = V_{\min} + \Delta V_p, \quad (2.4) \text{ где } V_{\min} = V_p + \Delta V_T,$$

мұнда  $V_p$  – бөлшектің есептік көлемі;

$\Delta V_T$  -термиялық өңдеу, майлау, кесу және т. б. кезінде алынған технологиялық шығындар көлемі;

$$\Delta V_p = (\pi \cdot d^2/4) \cdot \Delta l_p,$$

мұндағы  $\Delta l_p$ -кесу тәсіліне байланысты кесілетін дайындаманың ұзындығынашақтамасы.

Максималды және минималды мүмкін болатын көлемдер [5]

$$V_{\min} = V_p + \Delta V_T = 11863 + 178 = 12041 \text{ мм}^3;$$

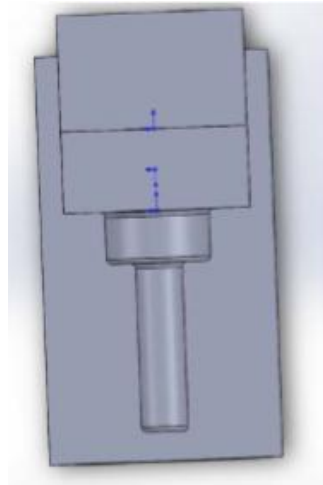
$$V_{\max} = V_{\min} + \Delta V_p = 12041 + 1815 = 13856 \text{ мм}^3$$

$D_{\text{дай}} = 34 \text{ мм}$  деп қабылдап,  $h \text{ rV} \cdot \cdot = 2 \text{ пара}$  қатынасынан  $h$  анықтаймыз:

$$h = 16 \text{ мм}$$

Қалып пен дайындаманың үш өлшемді модельдерін (2.6 - сурет) SolidWorks 2016 бағдарламасында құрайық, бұл ретте DXF форматында сақталады.

Одан әрі жобалау Simufact Forming бағдарламасында орындалады.

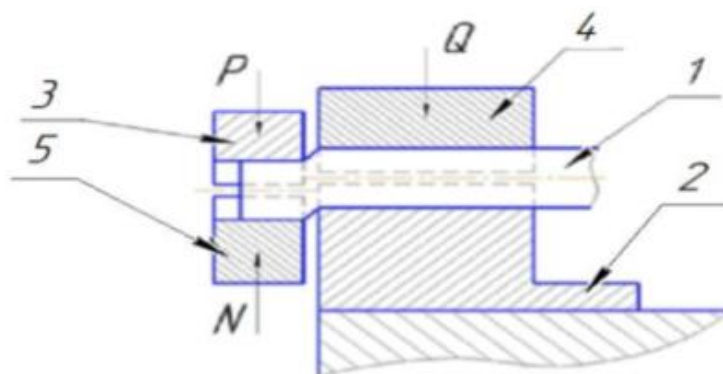


2,6 - сурет. Қалып пен дайындаманың үш өлшемді моделі

### 2.4. Дайындаманы алу тәсілін таңдау

Прутты өлшеуіш дайындамаларға бөлу тәсілі ретінде толық жабық кесу әдісін қолдануға болады. Прутты бөлудің бұл тәсілі дәлдігі жоғары дайындамаларды алуға мүмкіндік береді, өйткені мұнда бұрылу және иілу

мүмкіндігі прутта ғана емес, кесілетін бөлікте де болмайды. 2.7-суретте толық емес жабық кесу схемасы ұсынылған.



2.7 сурет. Дайындаманың белсенді көлденең қысқышы бар толық жабық кесіндісінің сызбасы. 1 – прут, 2 – төменгі пышақ, 3 – жоғарғы пышақ, 4 – белсенді көлденең қысқышы, 5-қолдаушы (поддерживатель)

Бұл жағдайда кесу күші мына формула бойынша анықталады [4]:

$$F_{кр} \text{ в } \sigma = 72,0 = , \quad (2.5)$$

мұндағы  $F$  - беріктілік шегінің көлденең қимасының ауданы  $V$   $\sigma = 60$  МПа;  $K_p$  - қима сызбасына және деформация жылдамдығына байланысты коэффициент  $K_p = 1$ .

$$P = 0,72 \cdot 1 \cdot 60 \cdot 908 = 39 \text{ кН}$$

Кесу үшін мынадай сипаттамалары бар НГ1428 модельді сорттық қайшыларды қолданамыз: номиналды күш - 1000 кН, жүру саны минутына – 63, шеңбер үшін кесілетін прокат қимасының ең үлкен мөлшері – 50 мм.

## 2.5 Винт дайындамасын жүктемеге есептеу



Анализируемый файл:	Дайындама.ipt
Версия Autodesk Inventor:	2019 (Build 230136000, 136)
Орындалған күні:	19.05.2020, 6:05
Зерттеу авторы:	Айсұлтан

### 2.4-кесте. Физикалық параметрлері

Материал	Типовые
Тығыздығы	1 г/см <sup>3</sup>
Массасы	0,0118874 кг
Ауданы	4001,28 мм <sup>2</sup>
Көлемі	11887,4 мм <sup>3</sup>
Ауырлық центрі	x=11,3919 мм y=0 мм z=-0,00000000242586 мм

### Статикалық анализ:1

### 2.5-кесте. Жалпы мақсаты және параметрлері

Жобалау мақсаты	Параметрлік өлшемдер
Зерттеу типі	Статикалық анализ
Күні	19.05.2020, 6:05

### 2.6-кесте. Материалы

Атауы	Легрленген болат	
Жалпы мәлімет	Массалық тығыздығы	7,73 г/см <sup>3</sup>
	Аққыштық шегі	250 МПа

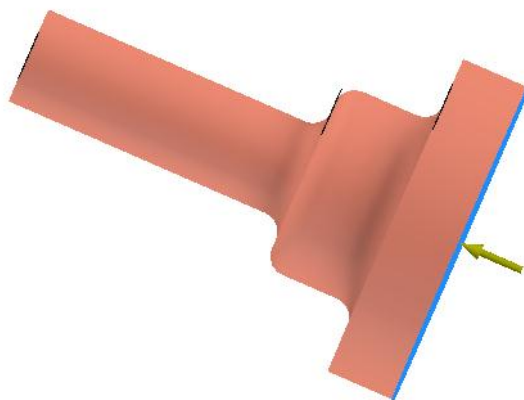
	Беріктік шегі	400 МПа
Кернеу	ЮнгМодулі	205 ГПа
	Пуассон коэффициенті	0,3 бр
	Модуль упругости при сдвиге	78,8462 ГПа
Бөлшектің атауы	Дацындама	

### Жұмыс жағдайы

#### 2.6-кесте. Сила:1

Жүктеме типі	Күш
Шамасы	20000,000 Н
Вектор X	20000,000 Н
Вектор Y	0,000 Н
Вектор Z	0,000 Н

### Таңдалған қырлар

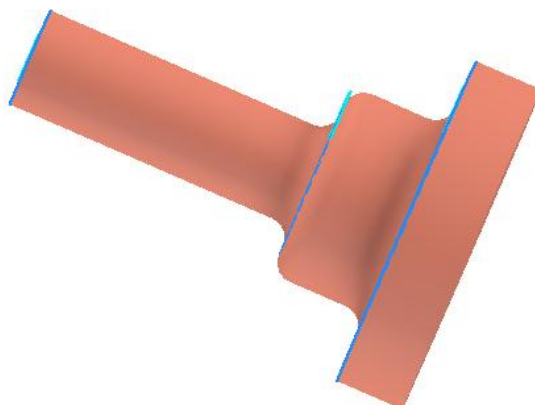


2.8-сурет. Тірек қыры

## Защемление:1

Тірек типі	Защемление
------------	------------

## Таңдалған қырлар



2.8-сурет. Күш түсіру қыры

## Нәтижелері

### Тіректердегі күштер мен моменттер

Имя опоры	Сила реакции		Реактивный момент	
	Величина	Компонент (X,Y,Z)	Величина	Компонент (X,Y,Z)
Защемление:1	20000 Н	-20000 Н	0 Н м	0 Н м
		0 Н		0 Н м
		0 Н		0 Н м

## Результат

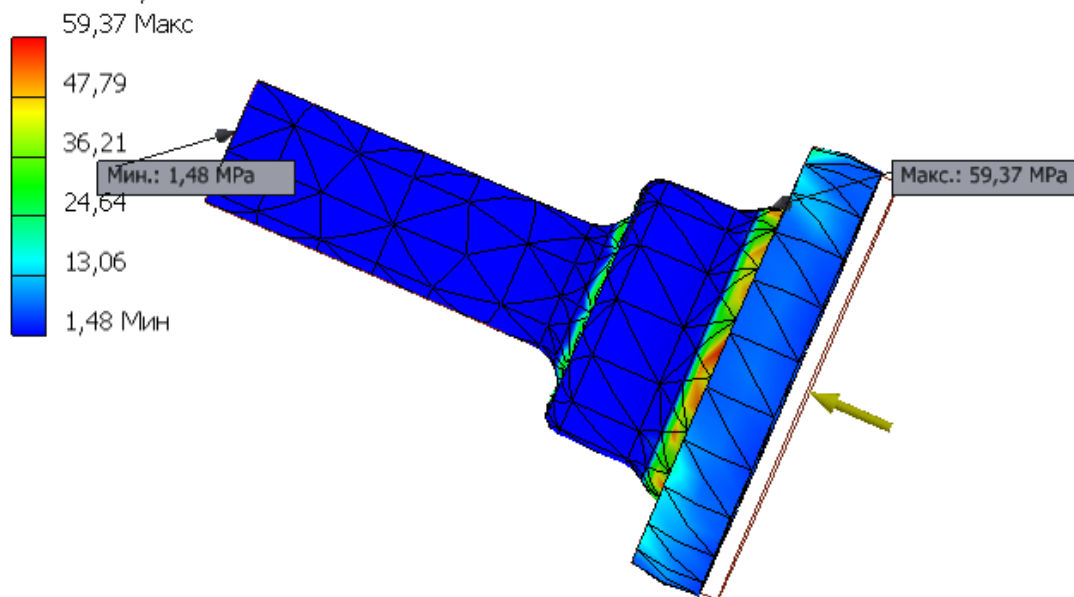
Имя	Минимальная	Максимальная
Көлемі	11887,4 мм <sup>3</sup>	
Масса	0,0918898 кг	

Мизес кернеуі	1,47847 МПа	59,3707 МПа
1-негізгі кернеу	-45,8008 МПа	26,3728 МПа
3- негізгі кернеу	-99,4698 МПа	5,89679 МПа
Ығысу	0 мм	0,00159955 мм
Беріктік қоры коэфф.	4,21083 бр	15 бр
XX кернеуі	-80,0611 МПа	13,7535 МПа
XY кернеуі	-25,8887 МПа	27,922 МПа
XZ кернеуі	-27,4666 МПа	27,6673 МПа
YY кернеуі	-69,2948 МПа	16,6168 МПа
YZ кернеуі	-16,8187 МПа	18,5312 МПа
ZZ кернеуі	-62,818 МПа	15,2814 МПа
X осі бойынша ығысу	0 мм	0,00159944 мм
Y осі бойынша ығысу	-0,000225127 мм	0,000233781 мм
Z осі бойынша ығысу	-0,000231594 мм	0,000230013 мм
Эквивалентті деформация	0,00000757358 бр	0,000282847 бр
1-негізгі деформация	-0,0000264021 бр	0,000144138 бр
3-негізгі деформация	-0,000345377 бр	-0,00000268828 бр
Деформация XX	-0,000310247 бр	0,0000915398 бр
Деформация XY	-0,000164173 бр	0,000177066 бр
Деформация XZ	-0,000174178 бр	0,000175451 бр
Деформация YY	-0,000187866 бр	0,0000528183 бр
Деформация YZ	-0,000106655 бр	0,000117515 бр
Деформация ZZ	-0,000216064 бр	0,0000516241 бр



## Мизес кернеуі

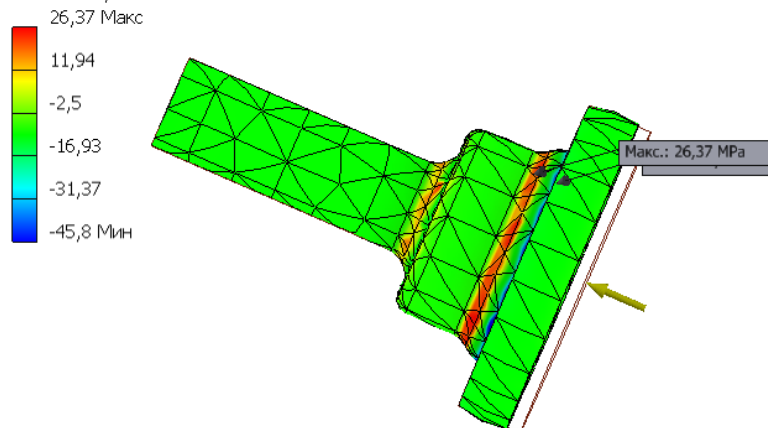
Узлы:3541  
Элементы:2187  
Тип: Напряжение по Мизесу  
Единица: МПа  
19.05.2020, 6:05:49



2.9-сурет.Мизесу кернеуі

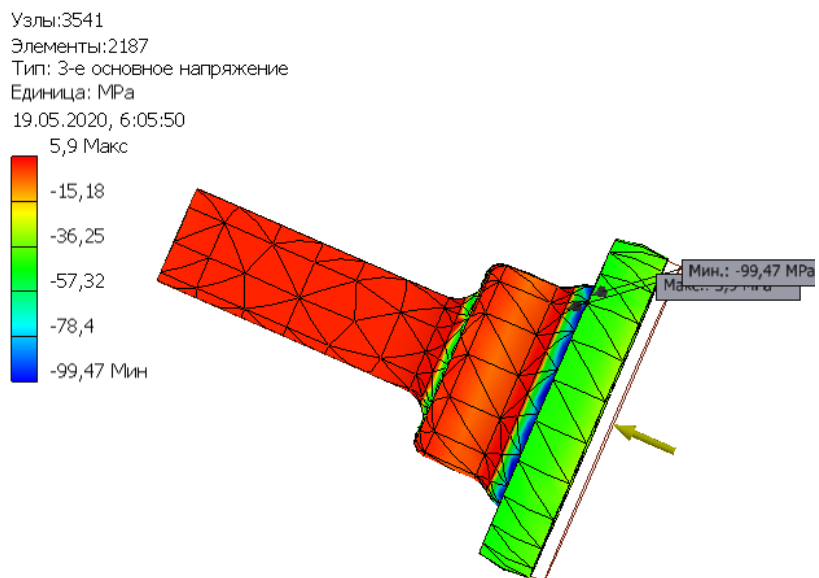
## 1-негізгі кернеуі

Узлы:3541  
Элементы:2187  
Тип: 1-ое основное напряжение  
Единица: МПа  
19.05.2020, 6:05:50



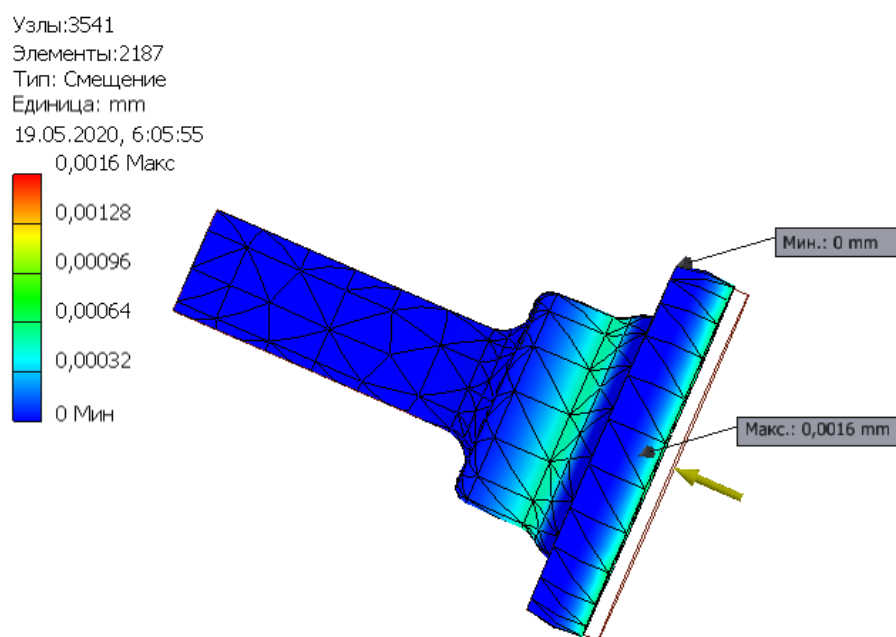
2.10-сурет. 1-негізгі кернеуі

### 3-е основное напряжение



2.11-сурет. 3-е основное напряжение

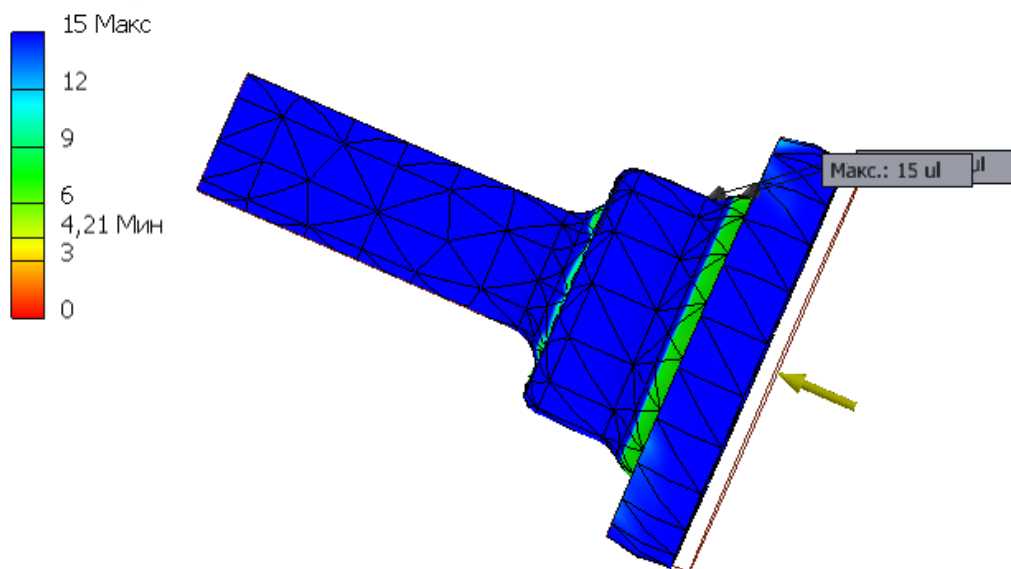
### Ығысу



2.12-сурет. Ығысу

## Беріктік қоры коэффициенті

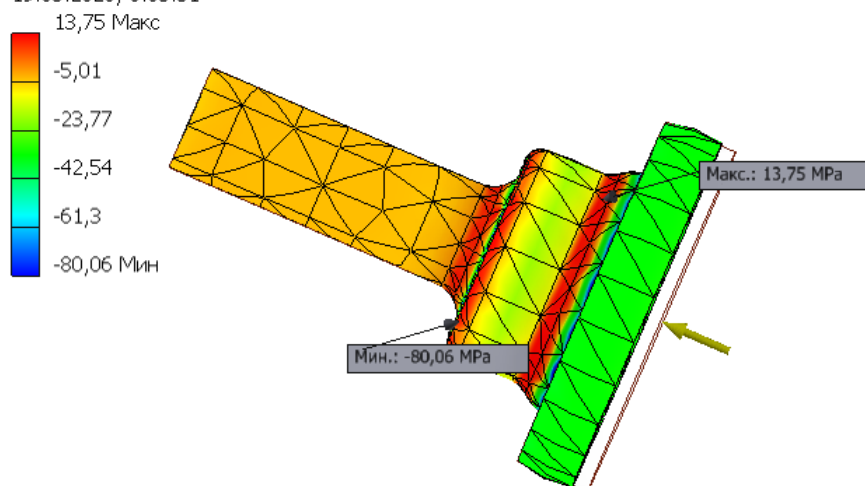
Узлы:3541  
Элементы:2187  
Тип: Коэфф. запаса прочности  
Единица: ul  
19.05.2020, 6:05:55



2.13-сурет.Беріктік қоры коэффициенті

## XX кернеуі

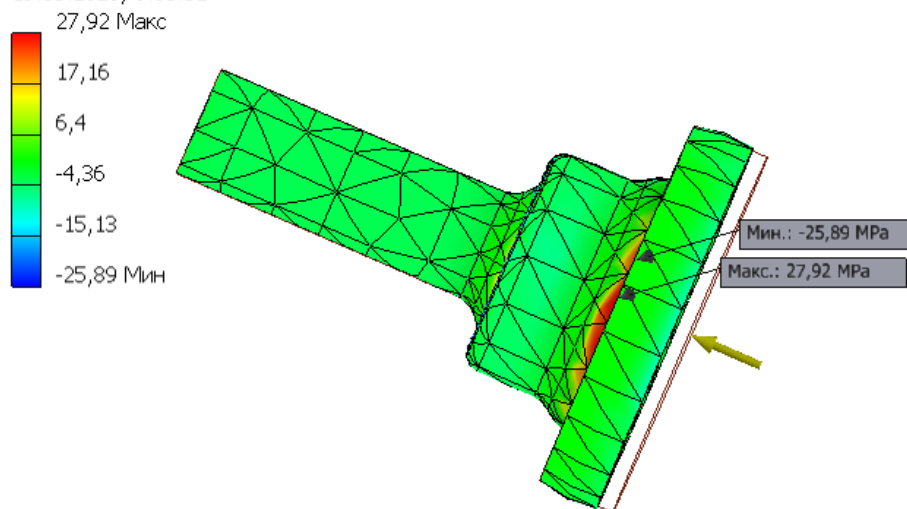
Узлы:3541  
Элементы:2187  
Тип: Напряжение XX  
Единица: МПа  
19.05.2020, 6:05:51



2.14-сурет.XX кернеуі

## ХҮ кернеуі

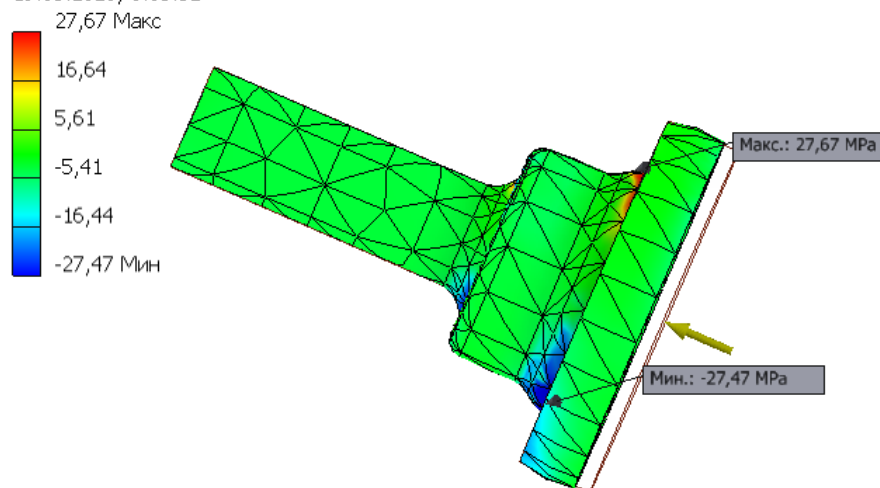
Узлы:3541  
Элементы:2187  
Тип: Напряжение XY  
Единица: МПа  
19.05.2020, 6:05:52



2.15-сурет. ХҮ кернеуі

## XZ кернеуі

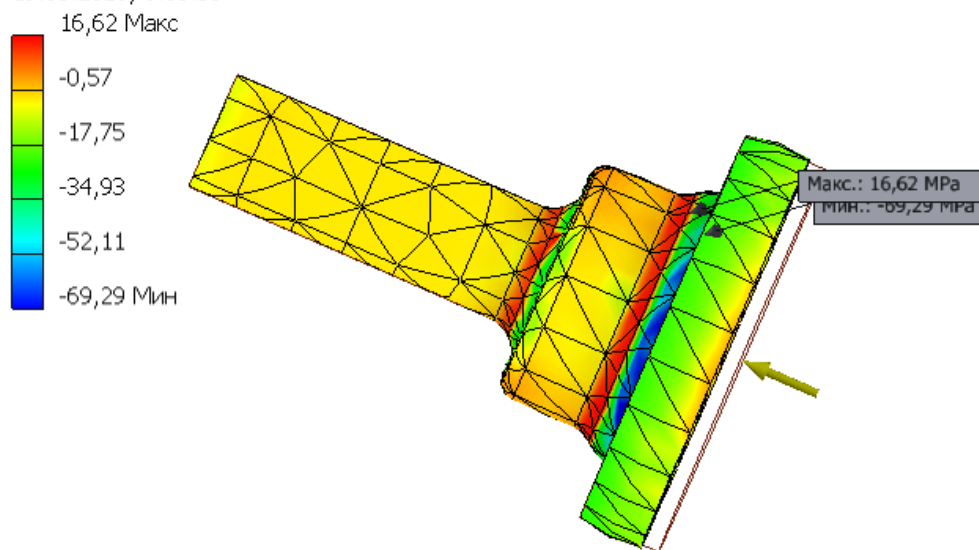
Узлы:3541  
Элементы:2187  
Тип: Напряжение XZ  
Единица: МПа  
19.05.2020, 6:05:52



2.16-сурет.XZ кернеуі

## YY кернеуі

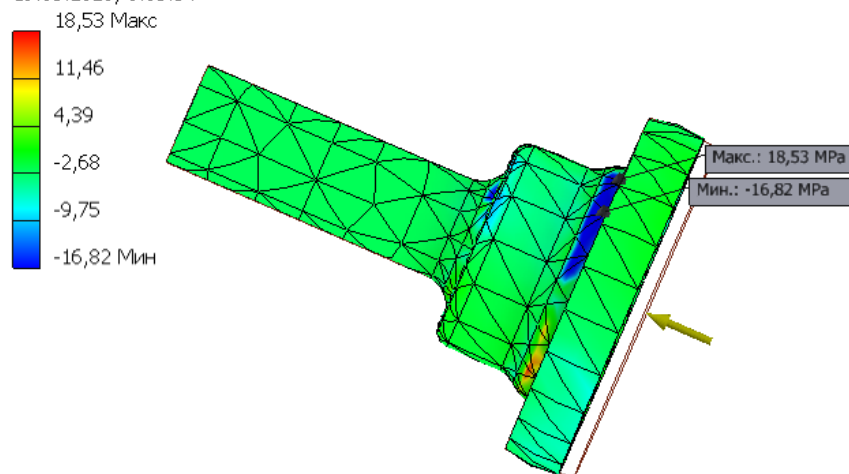
Узлы:3541  
Элементы:2187  
Тип: Напряжение YY  
Единица: МПа  
19.05.2020, 6:05:53



2.17-сурет. YY кернеуі

## YZ кернеуі

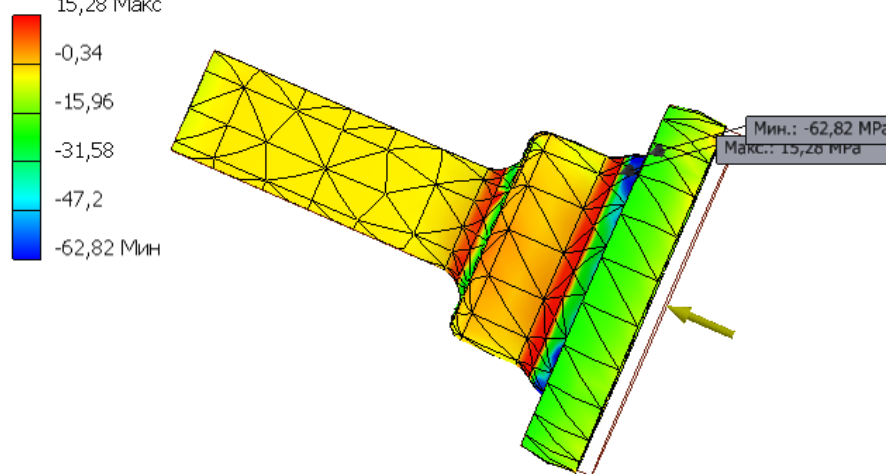
Узлы:3541  
Элементы:2187  
Тип: Напряжение YZ  
Единица: МПа  
19.05.2020, 6:05:54



2.18-сурет. YZ кернеуі

## ZZ кернеуі

Узлы:3541  
Элементы:2187  
Тип: Напряжение ZZ  
Единица: МПа  
19.05.2020, 6:05:54  
15,28 Макс



2.19-сурет.ZZ кернеуі

### **3. Нәтижелері және қорытындылары**

#### **3.1 Нәтижелері**

МҚӨ үрдістерін компьютерлік моделдеудің заманауи әдістерталданды. "Винт" бөлшектеріндайындаудың технологиялық процесі оптималдық болып табылады. Себебі дайындама кесу белсенді көлденең қысқышы бар толық жабық білдегінде орындалатын боғандықтан тетіктің өңделуі, база таңдау мен өлшемдердің байланысы, тетіктің пішіні мен өлшемдері, бет кедір-бұдырлығы мен өлшемдердің дәлдігі өндірістің сериялығына өте қолайлы.

Винтті дайындамасын жүктемеге есептеу барысында бірнеше нәтижелер алдық. Соның ішінде ығысудың максималды мәні 0,0016 мм - ге тең екеніне көз жеткіздік. Бұл мән бізді қанағаттандыратын болғандықтан жоба сәтті аяқталды деп қорытындылаймыз.

## ҚОРЫТЫНДЫ

Дипломдық жұмыс материалдарды қысыммен өңдеуге арналған жабдықтарды модельдеу және Винт бөлшегінің моделін CAD / CAE жүйесін қолдана отырып жобалауға арналған. Жұмыс барысында материалды қысыммен өңдеу туралы жалпы ақпарат, негізгі техникалық мәліметтері мен сипаттамалары, Винт бөлшегінің құрылымы, оны жасау технологиясы зерттелді.

Осы ақпаратты алғаннан кейін Винт бөлшегінің ерекшеліктерін зерттеумен байланысты белгілі бір жұмыстар жүргізілді. Ақпарат зерттелді, сұрыпталды, бөлімдермен және нақты тармақтармен байланыстырылды.

Дипломдық жұмыста Винт моделінің негізгі техникалық деректері сипатталды. Винттің жалпы көрінісі, бөлшектік сызбасы және операциялардың сызбасы көрсетілген. Осыдан кейін Винт дайындамасының негізгі параметрлері және беріктік сипаттамалары есептеліп, талданды.

Жұмыс нәтижелері бойынша Винттің сызбалары мен схемалары алынды, жобалау параметрлерімен есептелді, алынған есептеулерге талдау жүргізілді.



## Пайдаланған әдебиеттертізімі

1. Дальский А.М. Технология конструкционных материалов М.: Машиностроение, 1990, 2002.
2. Дриц М.Е., Москаев М.А. Технология конструкционных материалов и материаловедение. М.: Высшая школа, 1990.
3. Фетисов Г.П., Карпман В.М., Матюнин В.С. и др. Материаловедение и технология металлов / М.: Высшая школа, 2001.
4. Прейс Г.А. и др. Технология конструкционных материалов. Киев: Высшая школа, 1991.
5. Исин Д.К., Смолькин А.А., Исағұлов А.З., Егоров В.В. Металдартехнологиясыжәнеметалтанудың тест тапсырмалары бар қысқаша курсы. Алматы: Ғылым, 2000.
6. Смолькин А.А., Шарая О.А., Исагулов А.З., Исин Д.К. Технология конструкционных материалов и материаловедение. Караганда, 2006