ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Энергетика және машина жасау институты

Машина жасау кафелрасы

КОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ Кафедра меңгерушісі Ph.D. докторы ДИПЛОТИКОРТАУТА ЖІБЕРІЛДІ допущен к защите динлома

Дипломдык жобаға ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖОБАҒА

Тақырыбы: "Ыстық көлемді қалыптау әдісімен бұйымдарды дайындау технологиясын әзірлеу"

6В07105 – Өнеркәсіптік инженерия

Орындаған

Кыдырбай Мағжан Қанатұлы

Пікір беруп	ii	
Кауымдасти	арылған	
Профессор	Pax	матулина А.Б.
Колы		
	06	2023ж.

Еылыми же	текші	
Ассод.проф	1	-
Колы	Әли	мбетов А.Б.
	06	_2023ж.

Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Энергетика және машина жасау институты

Машина жасау кафедрасы

6В07105 - Өнеркәсіптік инженериясы

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі Ph.D. докторы Нугман Е.З. Олы 2022%

Дипломдық жұмыс орындауға ТАПСЫРМА

Білім алушы Қыдырбай Мағжан Қанатұлы

Тақырыбы: «Ыстық көлемді қалыптау әдісімен бұйымдарды дайындау технологиясын әзірлеу»

Академиялык мәселелер жөніндегі Проректорының 2022 жылғы "<u>23</u>" <u>11</u> № 408-П-<u>Ө</u> бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі "_05_" маусым 2023 жыл

Дипломдық жобаның бастапқы деректері: <u>Ыстық көлемді қалыптау технологиясы</u> Есептік-түсініктеме хаттың мазмұны

а) Ыстық көлемді қалыптау технологиясына сипаттама

б) Тісті дөңгелек жұлдызшасының жасалу жолдарын зерттеу, моделін қалыптастыру

в) Тісті дөңгелек дайындамасын дайындау, есептеулер жүргізу

г) Дипломдық жұмыста әзірленген мәліметтерге сәйкес зерттеу слайдын жасау

Сызба материалдар тізімі (міндетті сызбалар дәл көрсетілуі тиіс)

а) дайындама сызбасы б) бөлшектің сызбасы в) қалыптың сызбасы

Сызба материалдарының <u>12</u> слайдта көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиет 15 amay

Дипломдык жұмысты дайындау КЕСТЕСІ		
Бөлімдер атауы, карастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерлімлері	Ескерту
Техника-технологиялык бөлімі	15.03.23	0
Конструкторлык бөлімі	01.04.23	- hendande
Пайдалынылган мәліметтер	05.04.23	opongaliger

Дипломдық жұмыс (жоба) бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жұмысқа (жобаға) койған колтанбалары

3 0

Бөлімдер атауы	Кенесшілер, аты, экесіпін аты, тегі (гылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Қалып бақылау	Абілкайыр Жасталап Наурызғали Ph.D. докторы, аға оқытушы	02.0623	Ale

Bul Әлімбетов А.Б Ғылыми жетекші Тапсырманы орындауга алган білім алушы Колор. Қыдырбай М.Қ "02 " 06 2023ж

Куні

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

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

Энергетика және машина жасау институты

Машина жасау кафедрасы

Қыдырбай Магжан Қанатұлы

Ыстық көлемді қалыптау әдісімен бұйымдарды дайындау технологиясын әзірлеу

Дипломдык жобаға ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

6В07105 - Өнеркәсіптік инженерия

Алматы 2023

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыста ыстықтай көлемді қалыптау әдісі арқылы тісті дөңгелек жұлдызшаның дайындамасын алу технологиясы қарастырылады.

Штамптау технологиясының салаларына және олардың жіктелуіне талдау жасалынып, зерттеледі. Соның ішінде ыстықтай көлемді қалыптау негізінде бөлшектердің дайындамасының алу технологиясы қарастырылып, дайындаманың параметрлері және сонымен қатар тісті жұлдызшаның 3D моделі САD жүйесінде тұрғызылады.

Жұлдызша параметрлеріне сәйкес қалып жасалынады. Штамптау машинасына есептеулер жүргізіледі. Зерттеліп отырған тісті дөңгелек параметріне САЕ жүйесінде есептік анализдер жасалынады.

Тісті жұлдызшаның параметрлері есептеліп, ыстықтай қалыптау кезіндегі операциялар тізбегі ойластырылады.

АННОТАЦИЯ

В дипломной работе рассматривается технология получения заготовки звездочки зубчатого колеса методом горячего объемного формования.

Анализируются и изучаются отрасли технологии штамповки и их классификация. В том числе рассматривается технология получения заготовки деталей на основе горячего объемного формования, параметры заготовки и, кроме того, 3D-модель звездочки зубчатой строятся в системе CAD.

По параметрам звездочки изготавливается опалубка. Производятся расчеты на штамповочную машину. Расчетный анализ исследуемого параметра зубчатого колеса производится в системе САЕ.

Рассчитываются параметры звездочки шестерни и продумывается последовательность операций при горячем формовании.

ANNOTATION

In the thesis, the technology of obtaining a workpiece of a gear sprocket by the method of hot volumetric molding is considered.

The branches of stamping technology and their classification are analyzed and studied. In particular, the technology of obtaining a workpiece of parts based on hot volumetric molding is considered, the parameters of the workpiece and, in addition, a 3D model of a gear sprocket are built in a CAD system.

According to the parameters of the asterisk, the formwork is made. Calculations are made for the stamping machine. The calculated analysis of the investigated gear parameter is performed in the CAE system.

The parameters of the gear sprocket are calculated and the sequence of operations during hot forming is thought out.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	7
1 Техника-технологиялык бөлім	8
1.1 Ыстық көлемді қалыптау технологиясы	8
1.2 Тісті дөңгелектер және олардың түрлері	10
1.3 Тісті дөңгелек сызбасын CAD жүйесінде жобалау	10
1.4 Дайындама материалын таңдау	13
1.5 Ыстық көлемді қалыптау әдісі арқылы алынатын дайындама	
өлшемдерін есептеу	14
1.5.1 Тісті дөңгелек массасын, көлемді және соғылманың күрделілік	
дәрежесін анықтау	15
1.5.2 Бастапқы индексті анықтау	17
1.5.3 Әдіпті есептеу	18
1.5.4 Дайындаманың есебі	19
1.6 Баспақ күшін есептеу	20
2 Конструкциялық бөлім	22
2.1 Дайындама алуға қажетті параметрлерін есептеп, қалыптың 3D	
геометриясын қалыптастыру. «Қалып» операциясы.	22
2.2 3D геометриясы қалыптастырылған қалыпқа САЕ жүйесін	
қолдайтын бағдарламада есептік анализ жасау	24
Корытынды	28
Пайдаланылған әдебиеттер	29
-	

КІРІСПЕ

Еліміздегі машина жасау және металлургия саласының дамуы бөлшектердің және бұйымдардың жасалуын сан алуан жолмен қарастыруда. Қазіргі таңда Қазақстан шикізатқа бай мемлекет ретінде танылды және шикізат көп мөлшерде шығаратын мемлекетке жатады. Еліміздегі шикізат қорының өңделмей, сыртқа шығуы еліміздің экономикасына орасан зор зиянын келтіруде. Бар темір кен орындарындағы шикізатты өңдеп, бөлшек жасап шығарылатын болса, онда еліміздегі машина жасау және металлургия саласы дами түспек. Оның бірі – машина жасау саласындағы бөлшектерді штамптау арқылы жасау технологиясы.

Штамптау технологиясы көне заманнан бері келе жатқан металлургия және машина жасау саласының бірі болып табылады. Дипломдық жұмыста ыстыктай көлемді штамптау технологиясы негізінде бөлшектердің дайындамасын технологиясы қарастырылып Бул еліміздегі алу отыр. кәсіпорындардың себепті, фабрикалардың артып жатқандығы сол технологиялық процестері кезінде орындалатын операцияларға өз әсерін тигізе алады.

Штамптау арқылы тізбекті беріліс органында жауапты жұмыс атқаратын тісті дөңгелектің жасалу үдерісі маңызды факторға ие. Бөлшектің толық түрдегі дайындамасының қалыптау әдісі арқылы жасалу технологиясы мен оның есептері, сонымен қатар қалып есептері, әрі оның ары қарай дамуы, қалыптау технологиясының маңызын көрсетеді.

Машина жасау бағытының кез келген саласының дамуы мықты әрі бәсекеге қабілетті бөлшектердің конструкцияларын жасап шығаруға мүмкіндік бере алады. Штамптау технологиясының зерттелуі басқа қиын формадағы бөлшектерді жасауға мүмкіндік береді. Ол үшін заманауи қалыптаудың технологиялық процестерін бақылап зерттеудің маңызы зор.

1 Техника-технологиялық бөлім

1.1 Ыстық көлемді қалыптау технологиясы

Штамптау дегеніміз – металдарды қысыммен өңдеу технологиясының бірі болып табылады. Штамптау арқылы металдарды өңдеу екіге бөлінеді:

1. ашық штамптау;

2. жабық штамптау

Ашық көлемді штамптау кезінде металдың ағып кететін ағын жолы мен бөртпе және бума пайда болады. Ашық штамптау кезінде соғу параметрлері арқылы белгілі градуста қызған металл қалыпта белгілі бір пішінге ие болады.

Ал жабық штамптау арқылы металды өңдеу кезінде бөртпе мен бума пайда болмайды.

Көлемді штамптау технологиясы металды еркін соғу технологиясымен салыстырған кезде көптеген артықшылықтарға ие екенін байқауға болады.

Артықшылықтары:

– жоғары өнімділік, өндіру коэффицентінің жоғары болуы;

– орындалатын соғу операциясының біркелкілігі және жоғары дәлдікті қамтамасыз етуі;

– жалпы штамп арқылы соғылған металл немесе дайындама бетінің сапалы болуы;

– штамп арқылы күрделі формаларды алу мүмкіндігі.

Жабық турде штамптау кезінде жоғарыда көрсетілгендей металдық кедергілер, қылаулар болмайды. Қалыптағы ағып өтетін жолақ болмағандықтан, олар көбіне қалыптағы көлемге шақталып орналастырылады. Бұл өз кезегінде технологиялық процесс барысында бөлшекті өңдеуге кететін қосымша уақытты және кесіліп өңделетін металл мөлшерін азайтады.

Сонымен қатар көлемді штамптау әдісінің кемшіліктері де кездеседі. Кемшіліктері:

– жасалынатын қалыптың бағасының қымбат болуы;

– массасы жағынан 200 кг-ға дейінгі бөлшектерді жасай алуы;

- ашық штамптау кезінде қылаулардың (заусенец) пайда болуы;

– артық металл шығыны, көп уақыт талап ететін технологиялық механикалық өңдеу.

Жалпы ауыр бөлшектерді штамп арқылы соғып, форма беру үшін қосарланған штампты технологиялық үдеріс пайдаланылады. Ол қажетті форманы 2-3 штамп аппаратынан өткеннен кейін ғана бере алады. Сондықтан штамптау технологиясын көп сериялы өндірісте қолданады.

Көлемді штамптау штамптау баспақтарында, иінді соғу-штамптау престерінде, көлденең соғу машиналарында, гидравликалық және үйкеліс престерінде, көлденең иілу машиналарында, айналмалы машиналарда, соғу роликтерінде жүзеге асырылады.

Ыстық штамптаудың негізгі міндеті – өңдеудің басқа түрлері сияқты

дайындаманы оның пішінін дайын бөліктің пішініне барынша жақындата отырып өзгерту. Сол арқылы механикалық өңдеу операциясын азайту негізгі міндеттерінің бірі болып табылады. Өз кезегінде соңында шығатын бөлшекті жасау үшін аз уақытты қамтамасыз ету қажет. Бұл форма металдардың икемділігіне, яғни олардың бұзылмай қалыптау қабілетіне байланысты болып келеді.

Ыстықтай көлемді қалыптау – металды қысыммен өңдеу технологиясының бір түрі. Негізі операция металдардың соғу температурасына дейін қыздырып, оны арнайы штамп көмегімен берілген қалып бойынша форма беруге негізделген. Ыстық штамптау кезінде дөңгелек, төртбұрышты немесе арнайы эзірлеген прокатты дайындамалар қолданылады. Қолдану барысында олар металл көлеміндей ықшамға кесіліп дайындалады және соғу температурасына дейін қыздырылады.

Көлемді штамптау арқылы бөлшектерді өңдеу технологиясы жаппай және үлкен сериялы өндірісте қолданысқа ие. Көлемді штамптау арқылы бөлшекті өңдеу технологиясы еңбек өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді және өнім дәлдігін қамтамасыз ете алады. Өндірісте бұндай дәлдікті еркін соғу технологиясы арқылы алу мүмкін емес.

Ыстық көлемді штамптау технологиясының сызбасы 1-суретте көрсетілген. Сурет бойынша ашық штамптау сұлбасы орналастырылған. Ең бірінші үстіңгі және астыңғы штамп, одан кейін жалпы қылаулар ағып өтетін орны қарастырылған.



Сурет 1 – Ыстықтай штамптау схемалық көрінісі

1 - үстіңгі штамп, 2 - астыңғы штамп, 3 - кескін ойығы, 4 - соғу процесі кезіндегі дайындама немесе арнайы формаға ие болған дайындама, 5 - дайындама, 6 -дайындама деформацияланатын ағын жолы, 7 - қылау

Жалпы ыстықтай штамптау арқылы алынатын бөлшек дайындамасының нақты бөлшек өлшемдеріне жақын келуі ыстықтай жабық түрде штамптау арқылы жасалынады. Егер қылау мөлшері көп болатын болса, онда оларды екінші қайтара штамптау құрылғысы арқылы сыртқы қылауларды кесіп алып тастайды.

Жалпы қалыптау технологиясы дегеніміз – қалып көмегімен және баспақ

көмегімен бөлшектерді немесе дайындамаларды жасау технологиясы. Бұл технологиялық үдерісте, негізінен, көп сериялы және көлемді бөлшек шығару жүргізіледі.

Штамптау арқылы бөлшек шығару жалпы екі түрге бөлінеді:

1. Ыстықтай штамптау. Ыстықтай штамптау кезінде арнайы материалды деформациялық күйге ену температурасына дейін қыздырып, одан кейін сол материалды баспақ көмегімен басып, орналастырылған қалыпта арнайы форма беріледі. Ыстықтай штамптау жасауға күрделі болып келетін бөлшектердің дайындамасын жасау кезінде кеңінен қолданылады.

2. Суықтай штамптау.

1.2 Тісті дөңгелектер және олардың түрлері

Тісті дөңгелектер машина жасау саласында және кез келген кәсіпорындарда кеңінен қолданысқа ие машина бөлшектері.

Бөлшектердің негізгі мақсаты – білік арқылы келген айналу моментін басқа біліке немесе айналу денесіне, механизміне беру.

Тісті дөңгелектің көптеген түрлері бар: цилиндрлік тісті және конусты тісті дөңгелек, одан ары қарай тізбекті беріліс кезінде қолданылатын жұлдызша типті тісті дөңгелектер және т.б.



Сурет 2 – Жұлдызша типті тісті дөңгелек

1.3 Тісті дөңгелек сызбасын САД жүйесінде жобалау

Дипломдық жұмыста тізбекті беріліс беруге арналған тісті дөңгелек ойластырылды. Бұл тісті дөңгелек жұлдызша типті болып келеді. Модельденген жұлдызша типті тісті дөңгелектің жұмыс аймағы – әр түрлі білдектерде беріліс моментін беру.

Жұлдызша тісті дөңгелек бөлшегі Autodesk Inventor 2021 бағдарламасында модельденді. Жобалау барысында бағдарламаның қатты дене жасау функциясы қолданылды. Бұл функцияның ерекшелігі – бөлшек параметрлері қателікпен

берілген жағдайда ыңғайлы стандартқа сәйкес жобалауында.

Тісті дөңгелек МСТ стандарты бойынша қарастырылды және сол бойынша тісті дөңгелек моделі жасалынды.

Тісті дөңгелектің моделін жасаудың сатыларына тоқталсақ, жалпы бағдарламада қатты дене моделін тұрғызу үш сатыдан тұрады. Олар төмендегідей:

1-саты: модель жобалану барысында кез келген эскиздік сызбалар жазықтыққа сызылады. Демек бұл жерде сызбаны өзгерте алу мүмкіндігіне ие болады. Сызбаның эскизіннен қате кететін болған жағдайда сол жердегі өзгерту батырмасын басу арқылы эскизде кеткен қателіктерді жөндеуге, өзгертуге болады. Осы сатыда модель тістерінің өлшемі қарастырылып, сызба бойынша эскиздік жұмыс аяқталады.

2-саты: қатты дене моделі эскизді тұрғызу операциясы арқылы жалғасады. Бұл уақытта көптеген операциялар тізбегін орындауға болады. Олар фаска және тесік өлшемдерін үлкейту, модель қалыңдығын үлкейту операциялар тізбегі болып табылады. Модельдің қатты дене болып қалыптасу үшін қатты денеге ауыстыру операциясы орын алады.

3-саты: модельдің жұлдызша тістерінің саны массив бойынша орын алып, ары қарай толық жобаланған модель жасалынды.

Бұл үш саты бойынша жобалау дәстүрлі әдіс жобалауына негізделген. Бұдан басқа жобалау объектісі ретінде арнайы осы тісті дөңгелектерді жобалайтын жобалау бөлімі бар. Ол бөлімнің артықшылығы – егер жұлдызшаның парамтерлерін беретін болсақ, ол автоматты түрде осы модельді тұрғызады.

Жобалау жұмысын толығымен орындағаннан кейін, 3D модельдің негізгі физикалық параметрлерін осы бағдарламада көруге болады. Олар келекшекте осы бөлшекті жасау барысында қаншалықты мөлшерде дайындама кететінін және сол дайындаманың диаметрін, оған қоса басқа да параметрлік өлшемдерін анықтауға мүмкіндік береді.



Сурет 3 – Autodesk Inventor бағдарламасында жасалған тісті жұлдызшаның моделі

Сонымен қатар бағдарламада осы модельдің көмегі арқылы бөлшектің нақты жұмыс сызбасын жасап шығаруымызға болады. Бұл операцияда САD жүйесінің операциясы болып есептелінеді. Осы сызба арқылы қалыпқа қажетті дайындама сызбасын және қалып мөлшерінің қандай болатынына алдын ала бағдар алуға болады.



Сурет 4 – Тісті дөңгелек жұлдызшаның Autodesk Inventor бағдарламасында жасалған сызбасы

Осы көрсетілген сызба бойынша келесі кезекте дайындама әдіптеріне есептер жүргізіліп, соғылманың өлшемдері анықталады. Соғылма өлшемдері анықталғаннан кейін қалып мөлшері мен штамп параметрлеріне есептер жүргізіледі.

Көлемді штамптау әдісі арқылы алынған дайындамадан кейін бөлшекті механикалық өңдеу цехына жібереді. Механикалық өңдеу операциялары орындалады. Алдымен бұл жерде кесіп өңдеу білдектері жұмысқа кіріседі. Механикалық өңдеу сатысында дайындаманы қаралай және тазалай өңдеп, жұмыс орнына қажетті бөлшек ретінде жасап шығарады. Осындай операциялар қатарына негізінен мыналар жатады: токарлық білдек арқылы кесіп өңдеу, фрезерлық білдек арқылы кесіп өңдеу және бұрғы арқылы тесу.

Барлық операциялар біткеннен кейін, дайын болған бөлшекті тексеру операциясы басталады. Тексеру операциясы болғаннан кейін, бөлшекте қателік мөлшерінің бар-жоғы неше пайыз екені қарастырылады. Егер қателік мөлшері белгілі көрсеткіштен асып кететін болса, бөлшекті қайта өңдейді. Тексеру арнайы калибрлеуден өткен тексеру аспаптарында жүргізіледі.

Механикалық өңдеу барынша дұрыс жасалатын болса, онда бөлшек соғұрлым сапалы бола түсетіні анық. Сондықтан механикалық өңдеу жұмыстарында көбінесе стандартталған мықты білдектер қолданылады.

1.4 Дайындама материалын таңдау

Дайындама материалы ретінде МСТ стандарты бойынша Сталь 45 маркалы болат материалы алынды. Бұл материалдан машина жасау саласында келесідей негізгі бөлшектер жасалынады. Олар: бәсеңдеткіштер, біліктер, тісті дөңгелектер, әр-түрлі білдектер. Бұл материалды конструкциялық көміртекті болат болып есептелінеді. Құрамындағы көміртек мөлшері - 0,45%-ды құрайды. СТ45 маркалы болат материалында басқа да элементтер кездеседі. Көміртек болаттың беріктік қасиетін арттырады, ал басқа элементтер пластикалық қасиетін көрсете алады. Одан басқа бөлшектің бетін тот баспау үшін азоттандыру жүзеге асырылады, ол бөлшектің көррозияға төзімді етеді. Сол себепті СТ45 маркалы болаттан жауапты қызмет атқаратын бөлшектер жасалынады.

Бөлшек материалын таңдау барысында келесідей факторларға назар аударылды. Олар:

– бөлшектің қандай қызмет атқаратындығы, қандай ортада жұмыс жасайтындығыны байланысты;

– бөлшектің қандай жүктемеде жұмыс жасайтындығы ескерілді;

– бөлшектің басқа бөлшектермен механикалық және динамикалық әрекеттесу факторлары қарастырылдылды.

Ыстықтай штамптау кезінде дайындаманы алу үшін Прокатты дөңгелек СТ45 болат маркасын индукциялық қызыдыру арқылы штамптау операциясына жіберіледі. Болат 1287 ⁰С-қа дейін қыздырылып, штампқа орналастырылады.

Металды индукциялы қыздырудың келесідей артықшылықтары бар:

– Энергия қуаты айтарлықтай төмендейді. Бұл әсіресе өндіріс жасау үшін қиын уақытта өте маңызды.

– Дайындамалардың қыздыру уақытын бірден бірнеше есеге дейін азайтады. Сәйкесінше бұл өнімділікті арттырады.

– Дайындамаларды беруді автоматтандыру арқылы оларды берілген температураға дейін қыздыру дәлдігі артады.

– Масштабтың мөлшері азаяды. Бұл штамптау қондырғысының беріктігін едәуір арттырады.



Сурет 5 – Индукциялық қыздыру жабдықтары

1.5 Ыстық көлемді қалыптау әдісі арқылы алынатын дайындама өлшемдерін есептеу



Сурет 6 – Тісті дөңгелектің соғылмасының сызбасы



Сурет 7- Тісті дөңгелектің соғылмасының 3D моделі

Тісті дөңгелек соғылмасының 6-суретке сәйкес негізгі параметрлері 1-кестеде берілген.

Кесте 1 – Тісті дөңгелек соғылмасының параметрлері

Параметр	Мәні
D_1	53 мм
D ₂	149,5 мм
D ₃	187,5 мм
H_1	17 мм
H ₂	20 мм
H ₃	54,1 мм

Тісті дөңгелектің материалы ретінде СТ45 болат маркасы таңдалынды. СТ45 болат маркасының химиялық құрамы массалық үлесімен төмендегі кестеде көрсетілген.

Химиялық құрамы	Массалық үлесі
Көміртек, С	0,42-0,5 аралығында
Кремний, Si	0,17-0,37 аралығында
Мыс, Си	0,25-тен көп емес
Күшән (мышьяк), Аs	0,08-ден көп емес
Марганец, Mn	0,5-0,8 аралығынла
Никель, Ni	0,25-тен көп емес
Фосфор, Р	0,035-тен көп емес
Хром, Сг	0,25-тен көп емес
Күкірт, S	0,04-тен көп емес

Кесте 2 – СТ45 болат маркасының химиялық құрамы

1.5.1 Тісті дөңгелек массасын, көлемді және соғылманың күрделілік дәрежесін анықтау

1) Тісті дөңгелектің массасын анықтау.

Тісті дөңгелектің массасы төмендегі формула арқылы анықталады:

$$m = \rho \times V \tag{1}$$

мұндағы ρ – тісті дөңгелек материалының тығыздығы;

V – тісті дөңгелектің барлық тесіктерін есепке алғанда есептелінген көлемі.

Ең алдымен тісті дөңгелектің көлемін анықтау қажет.

Autodesk Inventor бағдарламасы көмегімен жобаланған тісті дөңгелектің физикалық қасиеттерінің шамаларын алуға болады (сурет 8).



Сурет 8 – Autodesk Inventor бағдарламасында жобаланған тісті дөңгелектің физикалық қасиеттері

Осы бағдарлама арқылы автоматты түрде есептеліп, көрсетілген тісті дөңгелек көлемінің мөлшері V= 315060,7 мм³. Сонымен қатар массаның мәні ретінде бағдарламада берілген мәнді де алуға болады. Бұл жердегі масса жоғарыдағы (1) формулаға сәйкес автоматты түрде есептелінген. Формулада берілген тығыздықтың мәні ретінде тісті дөңгелектің материалы болып табылатын болаттың меншікті салмағы алынған. Болаттың меншікті салмағы -7.85 г/см³.

Сонда (1) формула арқылы анықталынған масса:

$$m = 315,0607 \text{ см}^3 \times 7,85 \text{ г/см}^3 = 2473,2 \text{ } \Gamma = 2,47 \text{ } \mathrm{kr} \approx 2,5 \text{ } \mathrm{kr}$$

2) Соғылманың пішініне сәйкес келетін геометриялық пішіннің көлемін анықтау. Соғылма цилиндр пішінді. Сондықтан цилиндр көлемінің формуласы арқылы анықталады.

Цилиндр көлемінің формуласы (2) формулада көрсетілген:

$$V_{\rm r.n} = \pi R^2 H = \frac{\pi D^2}{4} H$$
 (2)

мұндағы D – цилиндр диаметрі, тісті дөңгелек диаметрі D = 185 мм;

H – цилиндр биіктігі, модельденген тісті дөңгелектің биіктігі H = 45 мм.

Сонда соғылманың пішініне сәйкес келетін геометриялық пішіннің көлемі

$$V_{\text{г.п}} = \frac{3,14 \times (185)^2}{4} \times 54,1 = 1\,453\,484,41\,\text{mm}^3 = 0,00145\,\text{m}^3$$

3) Соғылманың күрделілік дәрежесін анықтау. Соғылманың күрделілік дәрежесі (с) соғылма сапасын анықтау үшін маңызды параметр болып табылады. Күрделілік дәрежесі тісті дөңгелектің көлемінің (V) соғылманың пішініне сәйкес келетін геометриялық пішін көлеміне (V_{г.п}) қатынасына тең.

$$c = \frac{V}{V_{r.n}}$$
(3)

(3) формулаға сәйкес соғылманың күрделілік дәрежесі мәні:

$$c = \frac{315060,7}{1\,453\,484,41} = 0,217$$

МСТ-қа сәйкес соғылманың күрделілік дәрежесі 3-кестеде көрсетілген.

Күрделілік дәрежесі	Мәні
c4	0,16
c3	0,16-0,32
c2	0,32-0,63
c1	0,63<

Кесте 3 – Соғылманың күрделілік дәрежесі

Кесте 3- бойынша берілген мәнге сәйкес күрделілік дәрежесі – с3.

1.5.2 Бастапқы индексті анықтау.

Бастапқы көрсеткіштер деп соғылманың массасы мен құрылмалық сипаттаманың жалпы көрсеткіштерін айтамыз.

1) Соғылманың есептік массасын (m_{cof}) анықтау. Соғылманың есептік массасы:

$$m_{\rm c} = m \times k_{\rm c} \tag{4}$$

мұндағы т – бөлшектің массасы, кг;

k_c – есептік коэффициент, дөңгелек типті бөлшек үшін есептік коэффициент 1,5-ке тең.

(4) формула бойынша соғылманың есептік массасының мәні:

$$m_{
m c}=2,5 imes1,5=3,75$$
кг

2) Дәлдік класын анықтау. МСТ 7505-89 – «Штампталған болат соғылмалар» сәйкес дәлдік класы – Т4.

3) Болат тобын анықтау. Тісті дөңгелектің материалы ретінде таңдалынған СТ45 болаттағы көміртектің массалық үлесі 2-кестеде көрсетілгендей 0,42-0,5 аралығын қамтиды. Көміртектің массалық үлесінің мөлшеріне сәйкес болат тобы – М2.

4) Бастапқы көрсеткішті анықтау. Бастапқы көрсеткіш А қосымшасында көрсетілген график бойынша табылады. Жоғарыда анықталған соғылма массасын, болат тобын, соғылманың күрделілік дәрежесін және дәлдік класын пайдалану арқылы анықталады (сурет 9).



Сурет 9 – Бастапқы индексті табуға арналған график

График бойынша m = 3,75 кг; M2, c3, T4 үшін бастапқы индекс – 14.

1.5.3 Әдіпті есептеу

1) Негізгі әдіптердің мәні МСТ 7505-89 сәйкес анықталынды.

TC	4	тт	•	•	•	•
Кесте	4 –	He	Г13І	71	әдіп	MƏH1

Негізгі әдіп мәні, мм	Өлшем мәні, мм	Кедір-бұдырлығы, мм
2,5	диаметрі – 185	1,25
1,8	диаметрі – 31	1,25
2,5	қалыңдығы - 54,1	1,25
2	қалыңдығы -14	1,25

2) Қосымша әдіптердің мәні:

- қалып ажырандасы беті бойынша жылжу 0,25 мм-ді құрайды;

- жазықтықтан ауытқу мәні – 0,25 мм.

Соғылманың ауытқу әдіптері

Жоғарыда көрсетілген деректерді пайдалана отырып, соғылманың ауытқу әдіптерін табуға болады. Бұл әдіптер ыстықтай штамптау кезіндегі қалыптың кейбір параметрлерін жасау үшін қолданылады.

Соғылманың ауытқу әдібін анықтау үшін төмендегі формулалар пайдаланылады:

$$Z_c = D \pm 2(R_A \pm \Pi) \tag{5}$$

$$Z_c = K \pm 2(R_{\rm A} \pm \Pi) \tag{6}$$

мұндағы D – бөлшек диаметрі, мм;

R_A – бөлшек беттерінің кедір-бұдырлығының көрсеткіші, мм;

К – бөлшек қалыңдығы, мм;

П – қосымша әдіп, мм.

(5) және (6) формула негізінде соғылманың ауытқу мәндері: $Z_c = 185 + 2(1,25+0,25) = 188$ мм, 187,5 мм деп алынды;

 $Z_c = 31 - 2(1,25-0,25) = 29$ мм, 29,7 мм деп алынды;

 $Z_c = 54,1 + 2(1+0,25) = 56,6$ мм, 56 мм деп алынды;

 $Z_c = 14 + 2(1.25+0,25) = 17$ мм, 17 мм деп алынды.

1.5.4 Дайындаманың есебі

Жалпы дайындаманың есебіне дайындаманың ұзындығы, көлемі және сонымен қатар дайындаманың көлденең қимасының өлшемдерін анықтау кіреді.

Дайындаманың көлемі ретінде соғылманың көлемімен қоса, штамптау кезіндегі қалдық көлемі алынады. Штамптау кезінде технологиялық операциялар барысындағы қалдықтарға кенерік, далдаша және қыздыру кезіндегі қалдықтар жатады.

1) Соғылма үшін дайындаманың диаметрін (D_д) анықтау. Дайындаманың көлемі арқылы соғылма үшін дайындаманың диаметрі төмендегі формуланы пайдаланып, табылады:

$$D_{\rm d} = 0.8 \times \sqrt[3]{V_{\rm d}} \tag{7}$$

мұндағы V_{π} – штамптау кезіндегі қалдықтарды қоса алғандағы дайындаманың көлемі, $V_{\pi} = 1500000$ мм³.

Сонда дайындама диаметрі

$$D_{\rm g} = 0.8 \times \sqrt[3]{1500000} = 91,58$$
 мм

2) Дайындаманың көлденең қимасының ауданын (F_д) анықтау. Дайындаманың көлденең қимасының ауданы (7) формула арқылы табылған дайындама диаметрін қолданып, анықталады:

$$F_{\rm d} = \frac{\pi D_{\rm d}^2}{4} \tag{8}$$

Сонда дайындаманың көлденең қимасының мәні

$$F_{\rm d} = \frac{\pi (91,58)^2}{4} = 6583,7 \,\mathrm{mm}^2$$

3) Дайындаманың (L_д) ұзындығын анықтау. Дайындаманың ұзындығы дайындаманың штамптау кезіндегі қалдықтарды қоса алғандағы көлемінің дайындаманың көлденең қимасының ауданына қатынасы арқылы есептеліп, анықталады:

$$L_{\mathcal{A}} = \frac{V_{\mathcal{A}}}{F_{\mathcal{A}}} \tag{9}$$

(9) формула бойынша дайындама ұзындығы

$$L_{\rm g} = \frac{1500000}{6583,7} = 227,8$$
 мм

Жоғарыда анықталған дайындама өлшемдері 5-кестеге салынды.

Кесте 5 – Дайындама өлшемдері

Өлшем атауы	Мәні
Дайындама диаметрі	91,58 мм
Дайындама көлденең қимасынын	6583,7 мм ²
ауданы	
Дайындама ұзындығы	227,8 мм

1.6 Баспақ күшін есептеу

Қосиінді ыссы қалыптау баспағы 100 кг-ға дейін қалыптауды жүзеге асырады. Баспақта итергішерді қолдану ауытқып кетуден сақтайды және жабық қалыптаманы қолдануға мүмкіндік береді.

Қосиінді ыссы қалыптау баспағы кезінде баспақ күшін есептеу маңызды және міндетті есептердің бірі.

Баспақ күшін есептеу дәлдікті қажет етеді. Себебі есептеу барысында қателіктер туындап, күш жеткіліксіздігі болған жағдайда ол апаттық жағдайлардың болуына алып келеді. Ал егер керісінше баспақ күші жоғары болған жағдайда экономикалық тиімділікті азайтады.

Баспақ күші Р әрпімен белгіленеді.

Баспақ күшін есептеу үшін төмендегі формула қолданылады:

$$P = 4(1+0.17\frac{D_{\rm opt}}{H} - 0.33\left(\frac{H}{D_{\rm opt}}\right)^2$$
(10)

Мұндағы D_{орт} – шөгуден кейінгі дайындаманың орташа диаметрі; Н – соңғы дайындама биіктігі.

Ең алдымен шөгуден кейінгі дайындаманың диаметрінің орташа мәні табылады. Оны анықтау үшін төмендегі (11) формула қолданылады:

$$D_{\rm opt} = D_0 \sqrt{\frac{L_{\rm A}}{H}} \tag{11}$$

Мұндағы D₀ – дайындаманың бастапқы диаметрі;

L_D – дайындаманың ұзындығы;

Н – дайындаманың соңғы биіктігі.

Берілген деректер негізінде анықталған дайындама диаметрінің орташа мәні төмендегідей:

$$D_{\rm opt} = 29,7 \sqrt{\frac{227,8}{54,1}} = 61$$
 мм

(10) формула арқылы баспақ күшін есептейміз:

$$P = 4\left(1 + 0.17\frac{61}{54.1} - 0.33\left(\frac{54.1}{61}\right)^2\right) = 3.77 \text{ kg/mm}^2$$

Ары қарай баспақтың шөгу күшін анықтаймыз. Ол төмендегі (12) формула арқылы анықталады.

$$P_{\rm mery} = P \times F_{\rm g} \tag{12}$$

мұндағы F_д – дайындаманың қимасының ауданы, мм². Сонда баспақтың шөгу күші

$$P_{\text{шөгу}} = 3,77 \times 6583,7 = 24,82 \text{ MH}$$

2 Конструкциялық бөлім

2.1 Дайындама алуға қажетті параметрлерін есептеп, қалыптың 3D геометриясын қалыптастыру. «Қалып» операциясы

Тісті дөңгелек дайындамасын алуға қажетті қалып немесе штамп өлшемдері Autodesk Inventor бағдарламасы арқылы жасалынды. Бағдарламада қалып формасын жасау операциясы көрсетілген.

Қалып формасын жасау операциясының көптеген артықшылықтары бар. Қалып өз кезегінде ыстықтай штамптау кезінде алынатын дайындама өлшемдеріне байланысты алынады. Бағдарламаның артықшылығы – қалып параметрлерін, яғни оның көлемін, массасын және басқа да параметрлік көрсеткіштерін жасай алатындығында.

Қалып формасын жасау операциясы төмендегі ретпен жүзеге асады.

Біріншіден, бағдарламада қалып жасау барысында алдымен қалып жасау операциясы таңдалынады.



Сурет 10 – Бағдарламада форма жасау белгісі

Бұл операцияның артықшылығы – қалып өлшемдерін өзара дәлдікке негіздеп есептей алуында. Осы сияқты бағдарламалар қалып жасау барысында кеңінен қолданысқа ие. Бағдарламада негізгі параметрлері басылғаннан кейін, қосымша функция ішіне кіргізуге мүмкіндік береді.



сурет 11–Штамптарды дайындама арқылы қою функциясы

Осы орайда пуансон мен матрицалық форманы қою операциясы көрсетілген. Осы кезде өлшемдері алынған дайындаманы орналастыру арқылы негізгі өлшемдері алынады.

Құрастыру функциясы арқылы қалыптың 3D моделі алынады. Модель ерекшелігіне байланысты материал таңдалынып орналастырылады.



Сурет 12 – Дайындама моделімен Autodesk Inventor бағдарламасында алынған штамп моделі

Сонымен қатар қалыптың физикалық параметрлері бағдарлама көмегімен көрсетіледі. Бағдарламалау командасының орындалуы арқасында белгілі бір бағыттауыштар жасау мүмкіндігіне ие болып келеді. Бағыттауыштар өз кезегінде еш кедергіге ұшырамайтын цилиндрлер ретінде болттық байланыс қолданады. Сол арқылы баспақ арқылы күш түскен кезде астыңғы штамптың немесе матрицаның қозғалып кетпуін қамтамасыз етеді.



Сурет 13 – Дайындама арқылы алынған астыңғы және үстіңгі штамп модельдері



Сурет 14 – Бағдарлама көмегімен алынған штамп және дайындама моделі

Штамптың жалпы сызбасы бағдарлама мүмкіншіліктерін пайдалана отырып жасалынды. Сызба дипломдық жұмыстағы Б қосымшасында көрсетілген. Сызбаны жасау барысында бағдарламаның негізгі функциялық әрекет ететін функциялық жұмыс атқыратын сызбаны автоматты түрде шығару функциясы қарастырылды.

2.2 3D геометриясы қалыптастырылған қалыпқа САЕ жүйесін қолдайтын бағдарламада есептік анализ жасау

Механикада және машина жасау саласында бөлшектерді және бұйымдарды САЕ жүйесі бар бағдарламаларда қолдану кеңінен жүзеге асырылуда. Себебі САЕ жүйесіндегі функциялар шектік элементтер әдісіне негізделіп жасалынған. Бұл есептік функциялар көмегімен 3D моделі жасалған бөлшектерге есептік анализдер жасалынып, олардың шыдамдылығы мен беріктігіне және басқа да анализдік типтерге есептік тексеру жүргізіледі.

САЕ жүйесінің дамуы қазіргі кезде бағдарламаның үздіксіз дамуының арқасында болып отыр. Бөлшекті тек виртуалды аумақта ғана жасап, оларға есептік анализ жүргізу өз кезегінде бірнеше артықшылықтарды бере алады. Олар алдын ала бөлшектің шыдамдылығын анықтауға, атқаратын қызмет ортасына байланысты материалын таңдауға, тісті беріліс болса тістердің дұрыс орналасуына және олардың коррозиядан қорғау, желіну ресурстарын анықтай алуына мүмкіндік бере алады.

Сол себепті арнайы пресс форма жасау функциясының негізінде жасалған штампқа САЕ есептік жүйесінде есептік анализдік талдау жасалынды. Есептіканализдік талдау шекті элементтер әдісіне негізделіп ойластырылған. Алдымен есептік анализ жасау барысында штамп материалы таңдалынды. Материал ретінде 5ХНВ маркалы легірленген болат алынды. Бұл марканың алыну себебі құрамында вольфрам элементі бар. Бұл элемент қосылған болат жоғары температуралық ортада қызмет етуге төзімді болып келеді. Материал таңдалынып болғаннан кейін келесі кезекте есептеу түрі таңдалынды. Есептеу түрі ретінде статикалық есептеу типі таңдалынды.



сурет 15– Статикалық анализ типінің таңдалуы

САЕ бойынша есептеу штамп бөлшегіне жүргізілуінің себебі, осы арқылы баспақтан түсетін жүктемеге қаншалықты шыдамды екенін анықтауға болады. Сонымен қатар беріктік қор коэффицентін анықтауға мүмкіндік бере алады. Статикалық анализ таңдалып болғаннан кейін бөлшекті анализге жіберген кезде жылжып немесе орын ауыстырудан сақтайтын тіректі бөлшеккке орнату қажет.

Тірек операциясы орнатылғаннан кейін ең жауапты операциялардың бірі қысым немесе күш, яғни жүктемеге түсіру қажет.



Сурет 16 – Бағдарламада бөлшекке жүктеме түсірілуі

Бұл операция орындалғаннан кейін келесі этапқа бөлшек өткізіледі. Ол кезде бағдарлама бөлшекті Мизес кернеуі бойынша шекті элементтер әдісі арқылы зерттейді. Кернеу мәні бойынша негізінде ең максимум және минимум кернеу мәндері көрсетіледі (17-сурет)



сурет 17- Мизес бойынша кернеу максимум және минимум мәндері

Кернеу анықталғаннан кейін бағдарлама көмегімен беріктік қор коэффицентінің мәнін анықтауға болады. Беріктік қор коэффиценті бөлшек дұрыс жұмыс жасап шыдамды болуы үшін кемінде 1,5-ке тең немесе жоғары болуы қажет.



сурет 18– Анықталған беріктік қор коэффиценті

Есептік анализ бойынша беріктік қор коэффициентінің минималды мәні 1,73-ті құрап отыр. Бұл мән штамп бөлшегінің жүктемеге шыдай алу мүмкіндігінің жоғары екендігін көрсетеді. Келесі кезекте жүктеме кезінде бөлшектің максималды қозғалуы немесе орын ауыстыруын анықтап байқауға болады.



Сурет 19 – Жүктемеге сәйкес бөлшектің орын ауыстыруы

Көрсетілген мәліметке сәйкес бөлшектің ең үлкен майысуы немесе орын ауыстыруы – 0,05 мм-ге тең екенін байқауға болады. Ыстықтық штамптау кезінде бұндай жылжу аса үлкен қателік ретінде тіркелмейді. Сол себепті бұл қалыпты жағдай болып есептелінеді.

қорытынды

Дипломдық жұмыста ыстықтай көлемді қалыптау әдісі арқылы тісті дөңгелек жұлдызшаның бөлшегінің дайындамасын алу технологиясы қарастырылды. Тісті дөңгелектің түрлеріне және қалыптау технологиясына жанжақты анықтама беріліп, талдау жасалынды.

Жұлдызша бөлшегінің 3D моделі CAD жүйесін қолдайтын Autodesk Inventor бағдарламасында жасалынды. 2D сызбасы бағдарламаның автоматты сызба жасау модулінде жасалынды. Нақты сызбасы арқылы штамптау кезіндегі дайындаманың сызбасы құрастырылды. Дайындама материалы таңдалынды.

ГОСТ стандарты бойынша жұлдызша бөлшегінің сызбасына сүйене отырып әдіп шамалары анықталды. Дайындаманың әдіп шамалары ескеріліп, қалып формасы Autodesk Inventor бағдарламасының көмегімен жасалынды. Дайындама параметрлері есептелініп, сызбасы сызылды. Қалып параметрлері арқылы САD, САЕ жүйесінде қалыптың толық 3D моделі жасалынды.

Ыстықтай штамптау үшін бірінші ретті дайындаманы қыздыруға индукциялық қыздыру әдісі таңдалынып, артықшылықтары мен кемшіліктері көрсетілді. Баспақ немесе престің жүктеме түсіру күші есептелінді, жүктемесі анықталды. Штамп бөлшектерінің материалы ретінде ыстық ортада жұмыс жасауға арналған болат маркасы таңдалынды.

Штамп моделі жасалынып, оған САЕ жүйесін қолдайтын бағдарламада есептік анализдік талдаулар жасалынды. Әртүрлі жүктеме қойылып, штамп бөлшегінің беріктік қор коэффицентімен қатар кернеуі, орын ауыстыруы және деформациялық ауытқу шамалары есептелінді. Графикалық кескін ретінде дипломдық жұмысқа қойылды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 МСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. [Текст].- М.: Госстандарт, 1989. - 52 с.

2 Kobayashi, S., Oh, S.I. and AltanT, Metall forming and the Finite-Element Method. / S. Kobayashi – Oxford University Press,: 1989.

3 Огородников В.А., Оценка деформируемости металлов при обработке давлением. / А.В. Огороднико. – Киев: Вища школа, 1983. – 174 с.

4 Колесов И. М. Машинажасау технологиясы негіздері: оқулық / И.М. Колесов. — М. : Машинажасау, 1997. — 592 б.

5 Новиков В. Ю. Білдек жасау технологиясы : оқу құралы / В. Ю. Новиков, А.Г. Схиртладзе. — М. : Машинажасау, 1990. — 256 б.

6 Білдектерді және өнәркәсіптік жұмыстарды бағдарламалық басқару / [В.Л.Косовский, А. Н. Козырев, В.А. Ковшов және басқалар]. — М. :Жоғары мектеп, 1986. — 287 б.

7 Жобалық технологиялар: оқулық / [И. М. Баранчукова, А. А. Гусев, Ю.Б. Крамаренко және басқалар]; Ю.М. Соломенцевтің жалпы ред. — М. : Машинажасау, 1990. — 416 б.

8 Технолог-машина жасаушының анықтамалығы / А. Г. Косилованың жалпы ред, Р. К.Мещерякова. — М. : Машинажасау, 1985. — Т. 1. — 656 б.

9 Технолог-машина жасаушының анықтамалығы / А. Г. ред — 496 б.

10 Шишмарёв В. Ю. Машина жасау өндірісі : оқулық / В. Ю.Шишмарёв, Т.И.Каспина. — 2-ші бас., стер. — М. : «Академия» баспа орталығы, 2006. — 352

11 Аллегри Т. Транспортно-складские работы: перевод с англ., – М.: Машиностроение, 1989

12 Басин Е. В., Ландсман А. Я. Техническое перевооружение строительного производства, – М.: Архитектура, 1995. – 205 с.

13 Вальтер А. И., Баранов А. А. Управление качеством машин и технологий/- Тула: Изд-во Тульского ГТУ, 2003.

14 Воробьев Л. Н. Технология машиностроения и ремонт машин. Учебник для вузов. М– Высш. шк., 1981. – 344 с.

15 Зотов Н. М., Балакина Е. В. Основы механической обработки деталей транспортных средств, – Волгоград: Изд-во ВолгГТУ, 2004.

А қосымшасы

Бастапқы индекс графигі



Б қосымшасы

Штамп сызбасы

