

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

Әбілқасым Мәди Қазыханұлы

«Пневматикалық престің цилиндрін 3D модельдеу және аддитивті
өндірісте қарастыру»

Дипломдық жобаға

ТҮСІНІКТЕМЕЛІК ЖАЗБА

5B071200 – Машина жасау

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: «Пневматикалық престің цилиндрін 3D модельдеу және аддитивті өндірісте қарастыру»

5B071200 – Машина жасау

Орындаған

Әбілқасым Мәди Қазыханұлы

Ғылыми жетекші,

техника ғыл. магистрі

_____ Асқар Ш. Е.

« ____ » _____ 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 – Машина жасау

БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі

PhD д-ф, қауым. профессор

_____ Арымбеков Б.С.

« ____ » _____ 2020 ж.

**Дипломдық жоба орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы Әбілқасым Мәди Қазыханұлы

Тақырыбы «Пневматикалық претің цилиндрін 3D модельдеу және аддитивті өндірісте қарастыру»

Университет ректорының «__» _____ 20__ ж. №_____ бұйрығымен бекітілген.

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі «__» _____ 20__ ж.

Дипломдық жобаның бастапқы берістері *Пневматикалық цилиндрлер-мақсаты, қолданылуы және конструкцияның ерекшеліктері*

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі

а) Автоматтандырылған жобалау-CAD/CAE жүйесінде

б) Автоматтандырылған жобалау (CAD

в) Автоматты құрастыру (CAE)

Ұсынылған негізгі әдебиет: 6 атау

Дипломдық жобаны дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәліметтер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
Кіріспе. Пневматикалық цилиндрлер-мақсаты, қолданылуы және конструкцияның ерекшеліктері		
<i>Автоматтандырылған жобалау-CAD/CAE жүйесінде</i>		
<i>Автоматтандырылған жобалау (CAD</i>		
<i>Автоматты құрастыру (CAE)</i>		

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 _____ Асқар Ш. Е.

Тапсырманы орындауға алған білім алушы _____ Әбілқасым М.Қ..

Күні «__» _____ 2020 ж.

АНДАТПА

Компьютерлік технологиялар қосымшалармен шектелмейді, олар да өндіріс кезеңінде қолданылады. Материалдарды қолдану, СББ(ЧПУ) бар станоктарды бағдарламалау, өндірісті жоспарлау, жаңа құралдарды жобалау және сатып алу, сапаны бақылау өндіріс кезеңінде жүргізіледі. Осы операцияларда пайдаланылатын компьютерлік жүйелер автоматты өндірістік жүйелер ретінде жіктеледі.

Технологиялық дайындықтың өздігінен әсер ететін автоматты жүйелері жоқ. Себебі, препаратты дайындау автоматтандыру қиын. Бірақ сандық бағдарламалық басқару станоктары үшін кодты жасайтын жақсы бағдарламалық пакеттер бар. Бұл класты машиналар қажетті форманың бір бөлігін компьютерде сақталған деректерге сәйкес алады. Олар жылдам прототиптеу машиналарына ұқсас болып келеді.

АННОТАЦИЯ

Компьютерные технологии не ограничиваются приложениями, которые также используются на стадии производства. Применение материалов, Программирование станков с ЧПУ(ЧПУ), планирование производства, проектирование и приобретение нового оборудования, контроль качества проводится на стадии производства. Компьютерные системы, используемые в этих операциях, классифицируются как автоматические производственные системы.

Отсутствует саморегулирующая автоматическая система технологической подготовки. Потому что трудно автоматизировать приготовление препарата. Но есть хорошие программные пакеты, которые создают код для цифровых станков управления программного обеспечения. Машины этого класса получают часть необходимой формы в соответствии с данными, сохранившимися на компьютере. Они похожи на машины быстрого прототипирования.

ANNOTATION

Computer technology is not limited to applications that are also used at the production stage. Application of materials, Programming of CNC machines, production planning, design and purchase of new equipment, quality control is carried out at the production stage. The computer systems used in these operations are classified as automatic production systems.

There is no self-regulating automatic system of technological preparation. Because it is difficult to automate the preparation of the drug. But there are good software packages that create code for digital machine control software. Machines of this class receive part of the required form according to the data stored on the computer. They are like rapid prototyping machines.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	8
1 Автоматтандырылған жобалау-CAD/CAE жүйесінде	9
1.1 АЖЖ (САПР)шолу	9
1.2 Автоматтандырылған жобалау (CAD	11
1.3 Автоматты құрастыру (CAE)	12
2 Конструкцияны есептеудегі соңғы элементтер әдісі	13
3 Пневматикалық цилиндрлердің түрлері мен сипаттамалары	21
3.1 Пневматикалық цилиндрлердің әрекет ету принципі	21
3.2 Пневматикалық цилиндрлердің жіктелуі мен түрлері	22
3.3 Пневматикалық цилиндрлер-мақсаты, қолданылуы және конструкцияның ерекшеліктері	25
4 Пневматикалық цилиндр корпусын және Штокты АРМ бағдарламасында беріктікке және тұрақтылыққа есептеу	29
4.1 Пневматикалық цилиндр корпусын беріктікке есептеу	29
4.2 тұрақтылыққа Штокты есептеу	34
Қорытынды	37
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	38

КІРІСПЕ

Машина жасауды дамытудың қазіргі кезеңінде қалыптасып отырған нарықтық экономика жағдайында өндіріске басты талап экономикалық фактор болып табылады. Өндіріс үшін бәсекеге қабілеттілікке талап - шығарылатын өнімнің сапасын арттыру, оның өзіндік құнын бір мезгілде төмендетіп, ассортиментті ұлғайту міндетін қояды.

Қойылған міндеттер кешенін нақты шешу өндірісті автоматтандыру болуы мүмкін.

Соңғы жылдары өндірісті жаңа жабдықпен қайта жарақтандыру процесі арта түсуде. Қазіргі уақытта металл кесетін жабдықтың негізгі бөлігі моральдық және физикалық жағынан ескірген, тозудың шеткі деңгейіне келді. Қазір жаңа технологияларға көшу және жаңа жабдықты игеру процесі белгілі бір дәрежеде көптеген кәсіпорындарды қозғаған-жеке шағын кәсіпорындардан бастап құрылым құраушы алыптарға дейін.

Қайта жарақтандыру бұрыннан жөнделген технологиялық процесс бойынша өнім шығаратын өндірістерге де жетті.

CNC станоктарында бөлшектерді өңдеуге көшу-прогрессивті қадам және бірқатар артықшылықтарды береді:

- еңбек өнімділігін арттыру;
- жабдықтар санының және соның салдарынан өндірістік алаңдардың азаюы;
- қызметкерлер санын қысқарту;
- кейбір технологиялық айлабұйымдардан бас тарту және олардың құрылымын оңайлату.

Дипломдық жобаның мақсаты: СББ бар станоктарды және 3D принтерді қолдану негізінде бөлшектерді дайындаудың технологиялық процесін жасау.

1 Автоматтандырылған жобалау-CAD/CAE жүйесінде

1.1 АЖЖ (САПР)шолу

Егер сапалы және төмен бағамен өнім өндірмесе, қазіргі заманғы кәсіпорындар бәсекеге қабілетті бола алмайды.

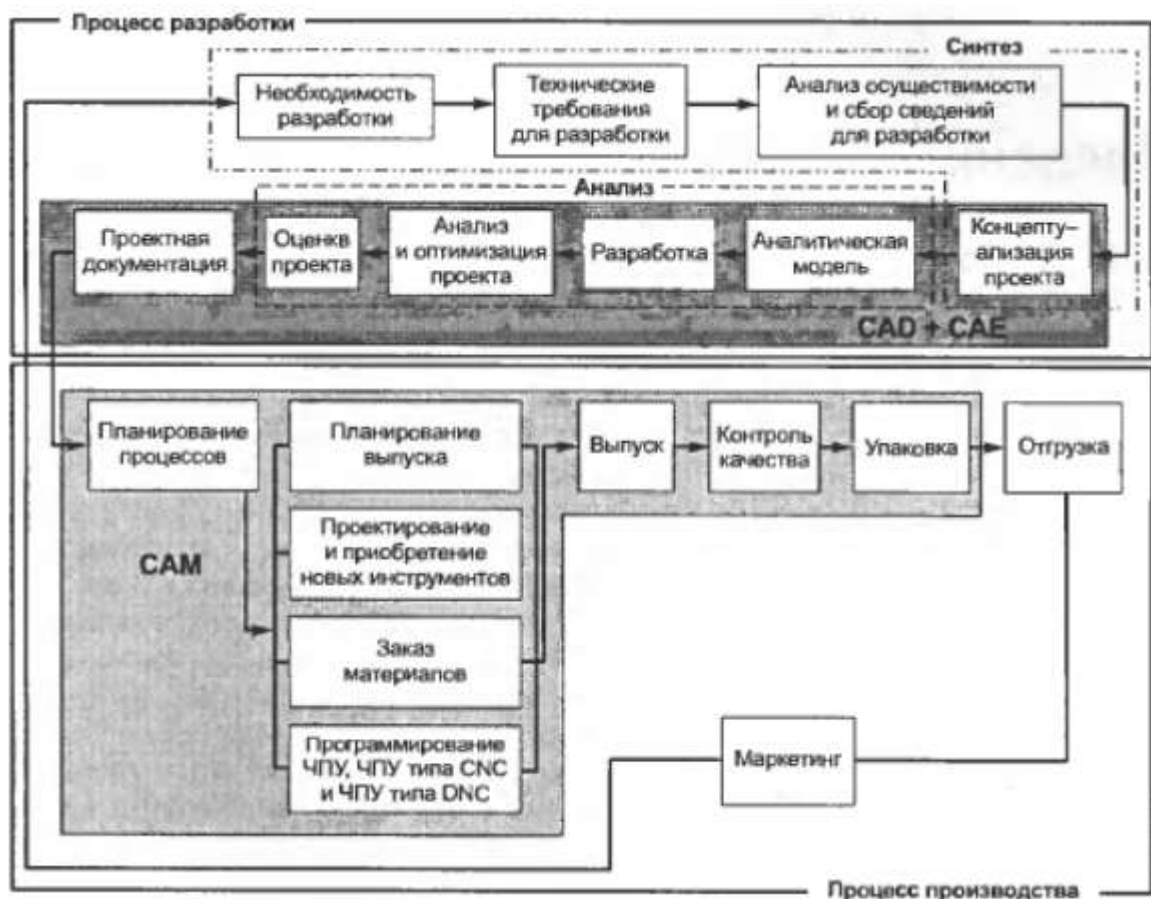
Олар компьютерлердің мүмкіндіктерін, олардың жылдамдығы мен жадын пайдалануға тырысады. Компьютерлер мүмкіндіктерін қолдану уақыт пен өнімнің құнын төмендетеді. Бұл үшін компьютерлік жобалау, автоматтандырылған өндіріс және автоматтандырылған жобалау немесе құрастыру технологиялары қолданылады. Барлық осы міндеттер өнімнің өмірлік циклі деп аталады.

Өңдеу процесіне жататын операцияларды аналитикалық және синтетикалық деп бөлуге болады. Суретте көрсетілгендей. 1, әзірлеу жөніндегі негізгі іс-шаралар маңызды ақпаратты жинауды, техникалық-экономикалық негіздемені, техникалық талаптарды әзірлеу және тұжырымдау қажеттілігін айқындауды қамтиды. Синтез процесінің нәтижесі нобай немесе эскиз түріндегі болжамды өнімнің тұжырымдамалық жоспары болып табылады.

Өнімнің әртүрлі компоненттерінің қосылуын көрсететін топографиялық сызба. Негізгі қаржылық салымдар циклдің осы бөлігінде жүзеге асырылады.

Мысалы, өнімді сату үшін қажетті идеялар, сондай-ақ өнімнің өнімділігін анықталады. Алынған және алынған негізгі ақпаратты синтез процесінің шеңберінде өңделген, жоғары сапалы болып саналады. Бұл дегеніміз, компьютерлік өңдеу үшін тиімсіз.

Компьютерлерді жобалауда қолданылатын прогреске карамастан, біз жақында аналитикалық үлгіні пайдаланудан бас тарта алмаймыз. Аналитикалық үлгі жобадан ұсақ бөлшектер жойылған жағдайда, бар симметрия және өлшемнің азаюы ескеріледі.



Сурет 1.1-Өнімнің циклі

Қарапайым талдау мысалдары: қозғалатын бөлшектердің соқтығысу ықтималдығын анықтауға мүмкіндік беретін соқтығысуларды бақылау, конструкцияның беріктігін анықтауға мүмкіндік беретін кернеулерді талдау, сондай-ақ әзірленген құрылғы күтілетін қозғалысты орындауға мүмкіндік беретін кинематикалық талдау болып табылады. Таңдалған талдау моделінің сапасы талдау нәтижесінде алынуы мүмкін нәтиженің сапасына байланысты.



Сурет 1.2-Бұйымның компьютерлік моделінің рөлі

Қолайлы сипаттамалар мен құрылымды таңдау аяқталғаннан кейін жобаны бағалау кезеңі. Макеттер осы мақсатқа арналған.

Жобалық құжаттаманы дайындау процестің соңғы кезеңі болып табылады әзірлеу. Бұл кезеңде сызбаны дайындау жүйелерін пайдалану өте тиімді. Мұндай жүйелердің мүмкіндігі файлдармен жұмыс істеуге, жинақтарды жіктеуге және құжаттарды іздеу қолайлылығына кепілдік беруге мүмкіндік береді.

1.2 Автоматтандырылған жобалау (CAD)

Автоматтандырылған жобалау-бұл талдауды жеңілдету және жоспарларды жақсарту үшін компьютерлік жүйелерді пайдаланудан тұратын технология. Инженерлік есептеулерде пайдаланылатын бағдарламалар автоматтандырылған жобалау жүйелері болып табылады. Бұл шектердің арасында рұқсатнамаларды талдау, инерциялық қасиеттерді есептеу, соңғы элементтер әдісімен модельдеу және талдау нәтижелерін визуализациялау үшін бағдарламалар бар. Құрылым геометриясын анықтау АЖЖ ең маңызды функциясы болып табылады, өйткені геометрия өнімнің өмірлік циклінің барлық кезеңдерін анықтайды.

Бұл үшін, әдетте, жүйелер қолданылады жұмыс сызбалары мен геометриялық модельдеудің әзірлемелері. Сондықтан бұл жүйелер әдетте автоматтандырылған жүйе ретінде қарастырылады

жобалау. Сонымен қатар, осы жүйелерде анықталған геометрия CAE және САМ жүйелерінде кейінгі операциялар үшін негіз ретінде

пайдаланылуы мүмкін. Бұл уақытты үнемдеуге және есептеулерде қажет болған сайын нөлден жүйенің геометриясын анықтау қажеттілігімен байланысты қателер санын азайтуға мүмкіндік беретін АЖЖ ең маңызды артықшылықтарының бірі. Сондықтан жұмыс сызбалары мен геометриялық модельдеуге арналған жүйелерді автоматтандырылған жобалау жүйесі Автоматтандырылған жобалаудың аса өзекті құрамдас бөліктері деп айтуға болады.

1.3 Автоматты құрастыру (CAE)

Автоматты құрастыру-бұл САПР геометриясын талдау, дизайнды жақсарту үшін өнімнің мінез-құлқын модельдеу және зерттеу үшін компьютерлік жүйелерді пайдаланудан тұратын технология. CAE құралдары талдаудың әртүрлі түрлерінің көп санын орындай алады. Кинематикалық есептеулерге арналған бағдарламалар, мысалы, механизмдердегі қозғалыс траекториясын және буындардың жылдамдығын алдын ала анықтауға дайын. Үлкен ығысулары бар динамикалық талдау бағдарламалары автомобильдер сияқты күрделі құрамдас құрылғылардағы жүктемелер мен ығысуларды анықтау үшін пайдаланылуы мүмкін. Верификация және логикалық талдау және синхрондау бағдарламалары күрделі электр тізбектерінің жұмысын имитациялайды.

Құрылымдық жүйелерді талдау және оңтайландыру әдістерінің үлкен артықшылығы олар дайын өнімнің іс-әрекетін көруге, қалыптастыру алдында кез келген қателерді анықтауға және нақты модельдерді белгілі бір құнсыз тексеруге мүмкіндік береді. Өнімді әзірлеу мен дайындаудың қорытынды кезеңдерінде жобалау құны ұлғайып келе жататындықтан, мерзімінен бұрын оңтайландыру және жақсарту уақыт пен шығындарды едәуір қысқартумен өтеледі.

Осылайша, CAD және CAE технологиялары өнімнің өмірлік циклінің белгілі бір кезеңдерін автоматтандыру және өнімділігін арттыру болып табылады. Бұл мәселені шешу үшін компьютерленген біріктірілген өндіріс (компьютерлік-интеграцияланған өндіріс) атты жаңа әзірлеу ұсынылды. CIM барлық кәсіпорынды, атап айтқанда, CAD, CAM және CAE жүйелерімен қамтылған жобалаумен және өндірумен ғана емес, бухгалтерлік есепке алуды, жоспарлауды, жеткізуді және басқа да міндеттерді тиімді басқару үшін компьютерлік деректер базасын енгізуді қамтиды.

2 Конструкцияны есептеудегі соңғы элементтер әдісі

Математикалық есептерді шешудің ең танымал тәсілі-соңғы элементтер әдісі. Бұл әр түрлі әдістердің ең жақсы сапасы үйлескен әдістің көп функциялығымен байланысты. Оның негізгі артықшылықтары элементарность, күрделі формадағы және әр түрлі торларды қолдану мүмкіндігі жоғары ретті дәлдік сұлбасын құру әдістерінің біркелкілігі болып табылады.

Соңғы элементтер әдісі деформацияны есептеу және беріктікті талдау үшін қолданылады. Соңғы элементтер әдісі де инженерлік міндеттерді шешеді: динамика, статика, сұйықтық механикасы.

Соңғы элементтердің әдісін қолданатын Конструктор күрделі бөліктерді есептеу проблемасын, оларды шағын элементтерге бөле алады.

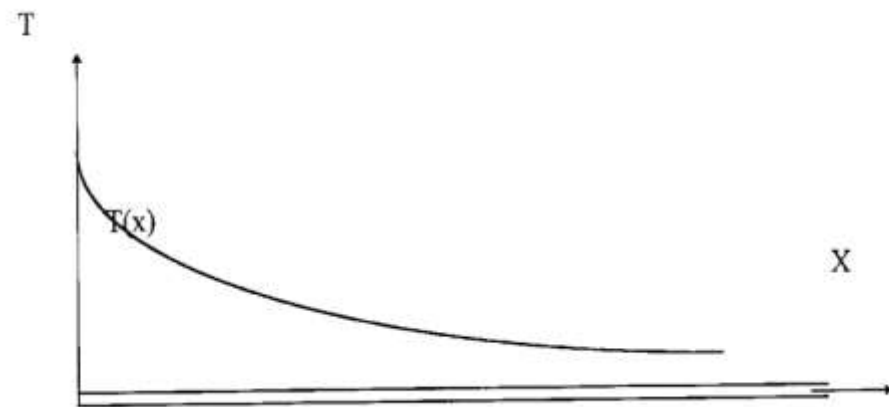
2D саласы үшін элементтер үшбұрыш және төртбұрыш түрінде болады. Бірақ элементтер әлі де түзу және қисық сызықты шекараларға ие, бұл тікелей кез келген форманың шекарасын дәл аппроксимациялауға мүмкіндік береді. Тетраэдра және параллелепипед түрінде элементтер үш өлшемді облыстар үшін қолданылады. Олар сондай-ақ түзу және иілген шекаралары болуы мүмкін.

Соңғы элементтер әдісінің негізгі артықшылықтары, ол кеңінен қолданылады, келесі:

- 1) материалдардың сапасы бірдей болмауы тиіс
- 2) түзу сызықты соңғы элементтердің көмегімен қисық сызықты аймақты шығаруға болады
- 3) элементтердің өлшемі өзгермелі. Өзгертілетін Өлшем элементтерді бөлу торын үлкейтуге немесе кішірейтуге мүмкіндік береді.

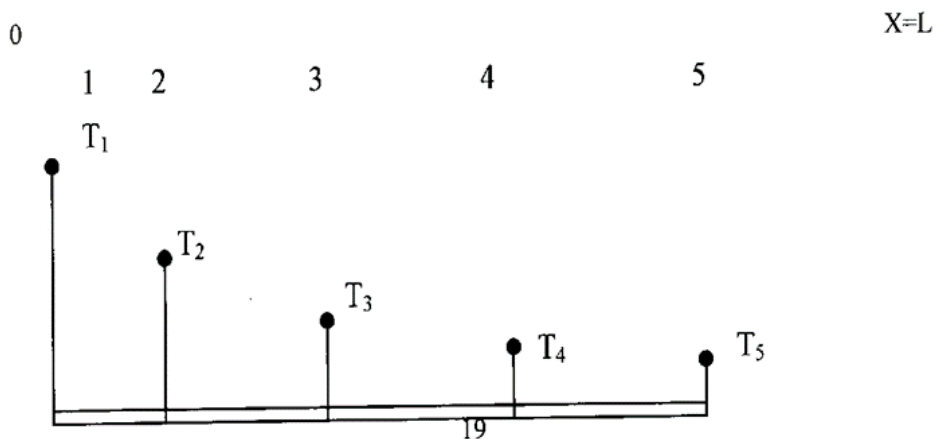
Соңғы элементтер әдісінің негізгі идеясы мысалда түсіндірілуі мүмкін. 5 нүкте X осі бойынша тіркелген және нөмірленген.

Нүктелер бір-бірінен кез келген қашықтықта орналастырылады. Бұл жағдайда $T(x)$ мәні әрбір тораптық нүктеде белгілі. Бұл тіркелген мәндер фигурада графикалық түрде берілген және тораптық нүктелердің нөмірлеріне сәйкес T_1, T_2, T_z, T_4, T_5 белгіленген.

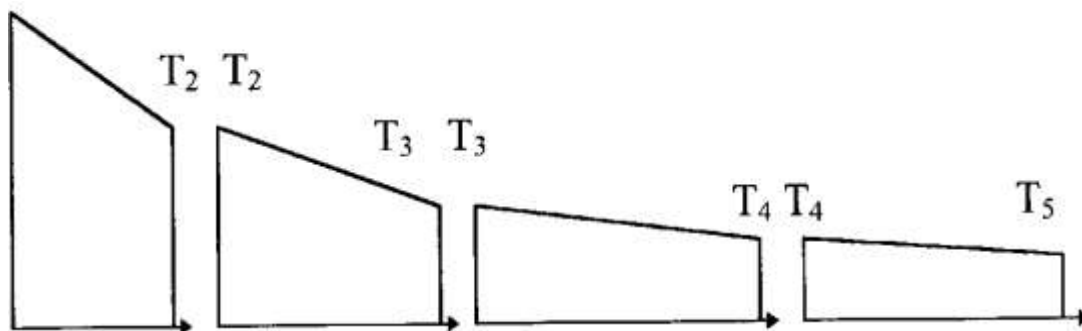


2.1-сурет-Анықтау аймағы

Мұны екі жолмен жасай аласыз. Әрбір элементті төрт элементті құрай отырып, көрші екі нүктемен шектеуге немесе үш торапты қамтитын аймақты екі элементке бөлуге болады. Элементтер тораптық нүктелерде $T(x)$ мәндерімен анықталады.



2.2-сурет-элементтерге Облыстың бөлінуі



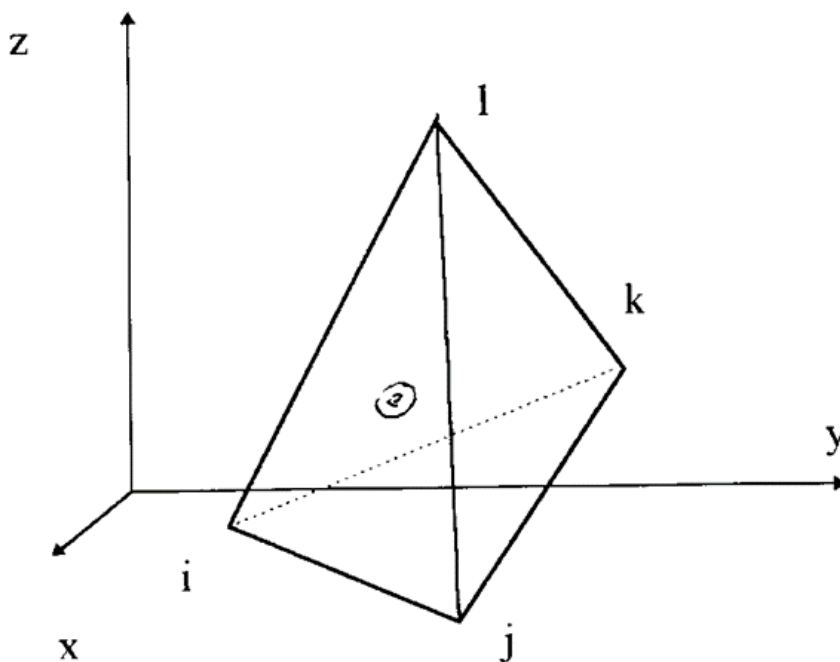
2.3-сурет. Аймақты екі элементке бөлу

Дизайн моделін сипаттау үшін бір өлшемді соңғы элементтер жеткіліксіз. Ол үшін екі өлшемді соңғы элементтер қолданылады. Сызықты элементтердің жақтары түзу сызықтарға ие. Квадраттық немесе кубтық элементтердің түзу және иілген жақтары бар.

Құрылымның сипаттамаларын есептеу кезінде олардың бейініне қарамастан модельді таңдау үшін негізгі элементтер, үшбұрышты және төрт бұрышты қолданылады. олар сөренің құрылымын сипаттауға мүмкіндік береді.

Есептеу үшін тек екі өлшемді және бір өлшемді элементтер жеткіліксіз. Бұл зымыран-авиациялық техникада елемеуге болмайтын белгілі бір қалыңдықтың конструкциялары пайдаланылатынына байланысты. Қарапайым үшөлшемді элемент-тетраэдр.

Тіректері іргетастарда қатты қысылған, ал арқалықтар тіректерге қатты бекітілген Өнеркәсіптік ғимарат қаңқасының жазық жақтауын қарастырайық.



2.4-сурет. Үш өлшемді симплекс-элемент

I тораптағы рамаға әрекет ететін қорытылған күштің $\{F_i\}$ векторын енгіземіз

$$\{F_i\} = \begin{Bmatrix} F_x^i \\ F_y^i \\ M^i \end{Bmatrix} \quad (1)$$

Барлық рамаға сыртқы әсерлердің комбинациясы $\{F\}$ векторымен сипатталатын болады}:

$$\{F\} = \left\{ \begin{array}{c} F_1 \\ F_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ F^N \end{array} \right\} \quad (2)$$

Мұнда N-рама түйіндерінің саны. $3 \times n$ векторының өлшемі. Сыртқы күштердің әсерінен раманың өзектері деформация алады, ал түйіндер қозғалады. Әрбір түйіннің $\{\delta_i\}$ ығысуы үш санмен сипатталады – δx_i , δy_i ығысуы және φ^i бұрылу бұрышы, олар $\{\delta_i\}$ түйінінің жалпыланған ығысу векторының компоненттері болып табылады:

$$\{\delta_i\} = \left\{ \begin{array}{c} \delta_x^i \\ \delta_y^i \\ \varphi^i \end{array} \right\} \quad (3)$$

Барлық раманың вектормен жылжуы:

$$\{\delta\} = \left\{ \begin{array}{c} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \delta^N \end{array} \right\} \quad (4)$$

Мұнда, жоғарыда сияқты, қаңқалар мен тораптардың тіректерін бекіту шарттары назарға алынбайды.

$$\{f_m^{c'}\} = \begin{Bmatrix} N^{c'} \\ Q^{c'} \\ M^{c'} \end{Bmatrix} \quad (5)$$

Және күш векторы $\{f_m\}$, m өзекшесі кернеуінің қимасын q және r оның шеткі өзекшелеріндегі күш векторлары арқылы сипаттайды.

$$\{f_m'\} = \begin{Bmatrix} f_m^{q'} \\ f_m^{r'} \end{Bmatrix} \quad (6)$$

$\{F_m'\}$ векторы сыртқы әсерлері оның ішкі нүктелеріне әсер етпесе, өзектің қатты сипаттамалары белгілі болса, өзектің деформацияланған күйін толық сипаттайды.

Сол өзектің кернеулі-деформацияланған күйі вектордың тиісті компонентінен құрылған Q және r өзекшесінің ұштарының жалпыланған ығысу векторымен сипатталады:

$$\{\delta_m\} = \begin{Bmatrix} \delta^q \\ \delta^r \end{Bmatrix} \quad (7)$$

Мысалы, егер q Болттың соңы тірекке топсалы бекітілсе, онда q қимасындағы M күші $\{\delta_m\}$ компоненттерінің мәндеріне қарамастан нөлге тең болады.

$\{f_m'\}$ векторының компоненттері есептеудің жергілікті жүйесінде, ал $\{\delta_m\}$ векторының компоненттері жаһандық жүйесінде көрсетіледі. $\{f_m'\}$ және $\{\delta_m\}$ векторларының байланысын қарапайым формада орнату үшін, біз $\{\delta_m\}$ компоненттерін жергілікті санақ жүйесінде жазамыз.

Координаттарды $[L]$ арқылы түрлендіру матрицасын белгілейміз]:

$$[L] = \begin{bmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha & 0 \\ -\sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (8)$$

Сонда, мысалы, $\{\delta_m^{q'}\} \{\delta_m^q\}$ векторының компоненттері координат координаталарының жергілікті жүйесінде жазылады

$$\{\delta_m^{q'}\} = [L] \cdot \{\delta_m^q\} \quad (9)$$

Сол сияқты жаһандық фреймдегі $\{f_m^{c'}\}$ векторының компоненттері $\{f_m^c\}$ компоненттерімен байланысты ,

$$\{f_m^{c'}\} = [L] \cdot \{f_m^c\} \quad (10)$$

Жергілікті және ғаламдық есептеу жүйелерінде көрсетілген өзекшелерге арналған жалпыланған күштер мен ығысулар векторлары

$$\{f_m'\} = [\Lambda] \cdot \{f_m\}, \quad \{\delta_m'\} = [\Lambda] \cdot \{\delta_m\} \quad (11)$$

мұнда матрица $[\Lambda]$ түрі бар

$$[\Lambda] = \begin{bmatrix} [L] & 0 \\ 0 & [L] \end{bmatrix} \quad (12)$$

Бұл векторлар арасындағы байланысты сипаттайтын $[km']$ Стержень қаттылығының матрицасын енгіземіз $\{f_m'\} \{\delta_m\}$

$$\{f_m'\} = [K_m'] \cdot \{\delta_m'\} \quad (13)$$

Бұдан әрі болжанып отыр, бұл матрица $[km']$ белгілі. Екі ұшы тораптарға қатты бекітілген өзек үшін бұл көрінеді:

$$[K'_m] = \begin{bmatrix} K^{qq} & K^{qr} \\ K^{rq} & K^{rr} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ES/l & 0 & 0 & ES/l & 0 & 0 \\ 0 & 12i/l^2 & -6i/l & 0 & 12i/l^2 & -6i/l \\ 0 & -6i/l & 4i & 0 & 6i/l & 2i \\ ES/l & 0 & 0 & ES/l & 0 & 0 \\ 0 & 12i/l^2 & 6i/l & 0 & 12i/l^2 & 6i/l \\ 0 & -6i/l & 2i & 0 & 6i/l & 4i \end{bmatrix} \quad (14)$$

Стержень материалының серпімділік E-модулі, Па;

S-көлденең қиманың ауданы, мм²;

J-қиманың Инерция сәті, кг м²;

$I = EJ/l$; l - Стержень(өзектің) ұзындығы.

Негізгі арақатынас бізге әрбір өзектің шеткі учаскелерінде оның ұштарын - жүйе тораптарын ығыстыру арқылы күш-жігерді білдіруге мүмкіндік береді.

Түйіндердің баланс жүйесін жазамыз. Түйін үшін бізде үш тепе-теңдік теңдеулері бар:

$$\{F^i\} - \sum_m \{f_m^c\} = 0 \quad (15)$$

Бұл теңдеулердің саны белгісіз торап ығысу санына тең. $\{f_m^c\}$ мәндері көрсетілген түйіннің қозғалыстарына ғана емес, сондай-ақ i түйіні кем дегенде бір өзекшемен байланысты көрші түйіндердің қозғалыстарына байланысты, i түйіні үшін теңдеу аралас түйіндердің де жылжиды. Жаһандық координаттар жүйесінде тұрақты жұмыс істеу үшін біз қарым-қатынасты пайдалана отырып, жаһандық координаттар жүйесінде қарым-қатынасты білдіреміз:

$$[\Lambda]\{f_m\} = [K'_m] \cdot [\Lambda] \cdot \{\delta_m\} \quad (16)$$

Умножим теңдік солдан $[\Lambda]^{-1}$ және учтем",-деп атап ортогональности $[\Lambda]$ – теңдік

$$[\Lambda]^{-1} = [\Lambda]^T \quad (17)$$

Сонда

$$\{fm\} = [\Lambda]^T \cdot [K'_m] \cdot [\Lambda] \cdot \{\delta m\} = [K_m] \{\delta m\} \quad (18)$$

Өрнек жаһандық координаттар жүйесінде $[K_m]$ матрицаны анықтайды. Матрица блоктарының белгілерін қайта жазамыз

$$\{F^i\} - \sum_q [K^{iq}] \{\delta^q\} = 0 \quad (19)$$

N тораптары бар базалық жүйе үшін тепе-теңдік теңдеулерінің толық жүйесі.

$$\begin{Bmatrix} F^1 \\ F^2 \\ \cdot \\ F^N \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} [K^{11}] & [K^{12}] & \dots & [K^{1N}] \\ [K^{21}] & [K^{22}] & \dots & [K^{2N}] \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ [K^{N1}] & [K^{N2}] & \dots & [K^{NN}] \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} \delta^1 \\ \delta^2 \\ \cdot \\ \delta^N \end{Bmatrix} \quad (20)$$

Егер қандай да бір P оң түйіні бір өзекпен r түйінімен байланысты болса, онда матрицадағы $[K_{pr}]$ блогы нөлге тең болады. Осылайша, жекелеген өзектер үшін $[K_{qq}]$ және $[K_{qr}]$ блоктарын есептеу мүмкіндігі бола отырып, жалпы жүйе туралы ақпаратқа негізделі отырып, қалаулы ығысу үшін тепе-теңдік теңдеулері жүйесін құруға болады.

Тиісті компоненттер қажетті $\{\delta\}$ векторынан, сондай-ақ бірдей нөмірлері бар бағандардан алынып тасталуы тиіс. Тіркелген тораптар үшін тепе-теңдік теңдеулері құрылмаған, бұл жүйе теңдеулерінің санын азайтуға баламалы.

Осыдан кейін жүйе $\{\delta\}$ үшін шешілуі мүмкін. Әдетте шешу үшін Гауссты дәйекті жою әдісі сияқты тікелей әдістер қолданылады. Формулаларды пайдалана отырып, $\{\delta\}$ табу немесе жүйенің барлық негізгі элементтеріндегі күштерді, соның ішінде тірек тораптарына жанасатын өзектерді анықтауға болады. Бұл өзекті конструкцияның құрылымын статикалық есептеу кезеңі аяқталады.

3 Пневматикалық цилиндрлердің түрлері мен сипаттамалары

Пневматикалық жетек машинаның жұмыс органдарына жетек энергиясын беруге, сондай-ақ басқа да қосалқы операцияларды орындауға арналған. Пневматикалық цилиндрлерде Сығылған ауа энергиясы белгілі бір буынды қозғалыс энергиясына айналады.

Пневматикалық жетектер әртүрлі салаларда кеңінен қолданылады, шын мәнінде, пневматикалық жүйелердің жоғары сенімділігі, пайдаланудың қарапайымдылығы, өрт және жарылыс қауіпсіздігі және төмен құны арқасында. Ауа технологиялық операцияларда, сондай-ақ бақылау-өлшеу операцияларында байланыссыз құрал ретінде пайдаланылуы мүмкін.

3.1 Пневматикалық цилиндрлердің әрекет ету принципі

Негізгі артықшылығы жұмыс сұйықтығының (газдың немесе ауаның) төмен құны болып табылады, ол техникалық қарапайым, сенімді және өрт қауіпсіз құрылғыларды құруға мүмкіндік береді, ол пневматикалық энергияны қашықтыққа беруге қабілетті. Сығылған ауа энергиясын қайтарымды үдемелі қозғалысқа түрлендіру үшін поршень арқылы сығылған ауа штоқтың қайтарымды-үдемелі қозғалысын тудыратын поршеньді пневматик қолданылады. Пневматикалық жетектің конструкциясына байланысты қарапайым және қосарланған әсер ететін пневматикалық цилиндрлер қолданылады.

Бір жақты контурлы Пневматикалық цилиндр, сығылған ауаның бір жақты берілуі болады, ал қайтарылатын серіппе поршеньді бастапқы қалыпқа қайтару үшін пайдаланылады. Бір жақты қозғалысы бар Цилиндр жұмыс жүрісін бір бағытта ғана жасайды және бір ғана кіріске ие болады.

Қос әрекетті пневматикалық цилиндрлер тікелей және кері жүру үшін жұмыс күшін жасайды.

Екі жақты Пневматикалық цилиндр бір жақты шток болуы мүмкін. Цилиндрдің бір немесе екінші жағынан берілетін сығылған ауаның әсерінен екі жақты шток бірдей күшпен екі бағытта қозғала алады.

Қос әрекетті цилиндрлердің әрекет ету принципі қарама-қарсы бағыттардағы сығылған ауаның әсерінен штокпен поршеньдің қозғалуына негізделген. Негізінен, бұл түрі жетек өнеркәсіпте қолданылады. Маңызды талаптарға байланысты олар конструктивтік параметрлер бойынша да, пневматикалық жүйе мен атмосфераға қатысты да ерекшеленеді.

Цилиндрдің ішінде поршень салынған, ол пневматикалық жетектің штоқымен қатты байланысқан. Фитинг арқылы сығылған ауа беріледі, ол біртіндеп қозғалады және поршеньді жылжытады. Қысылған ауа цилиндр

қуысында, поршень қысым астында, Пневматикалық цилиндр өз функциясын орындайды. Кері процесс Сығылған ауа цилиндр қуысынан шығып, содан кейін қарама-қарсы бағытта ағады. Поршень қозғалады, бірақ қарама-қарсы бағытта және жетектің жұмысы тоқтайды.



3.1-сурет. Сығымдағышқа арналған Пневматикалық цилиндр

Пневматикалық цилиндрлердің барлық компоненттері-шток, поршеньдер, қақпақтар, фланецтер - беріктігі жоғары болаттан жасалған және арнайы өңдеуден өткізіледі. Жетектерді дайындау кезінде құрастыру сапасына ерекше көңіл бөлінеді. Пневмоцилиндрлерді дайындау кезіндегі материалдар сапасының кепілдігі оларды пайдалану кезіндегі қауіпсіздік кепілі болып табылады.

3.2 Пневматикалық цилиндрлердің жіктелуі мен түрлері

Дискілерді жіктеу:

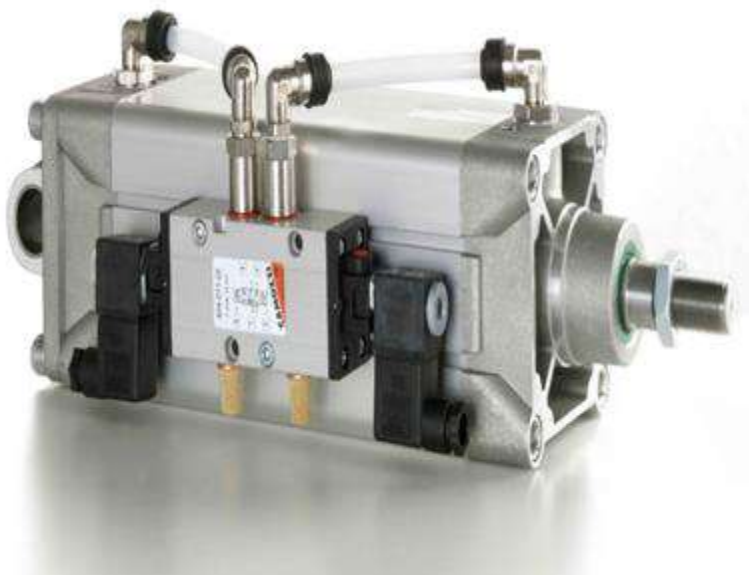
- бұрылу бұрышы шектеулі бұрылыс жетектері;
- пневматикалық жетектер шығу өзегі;
- шығу буынының шексіз айналуымен пневматикалық жетектер.

Үдемелі қозғалысы бар пневматикалық жетектер поршенді және сальфонды болып бөлінеді. Ең көп таралған қазіргі уақытта поршеньді жетек, ол сондай-ақ Пневматикалық цилиндр ретінде белгілі. Пневматикалық цилиндрлер көп позициялы және екі позициялы болып бөлінеді. Пневматикалық цилиндрдің жұмыс істеу принципі-элеуетті энергияны поршеньдің механикалық энергиясына түрлендіру. Бір жақты әсер ететін Пневматикалық цилиндр поршеньге сығылған ауаның қысымын қолдану принципі бойынша жұмыс істейді және тек бір бағытта шток бар поршень серіппенің немесе сыртқы күштердің әсерінен кері қайтарылады. Бұл типті жетектер шағын қозғалыстар үшін жиі қолданылады (80 мм артық

емес), себебі қысу кезінде серіппе поршеньмен дамитын күштерді айтарлықтай азайтады.

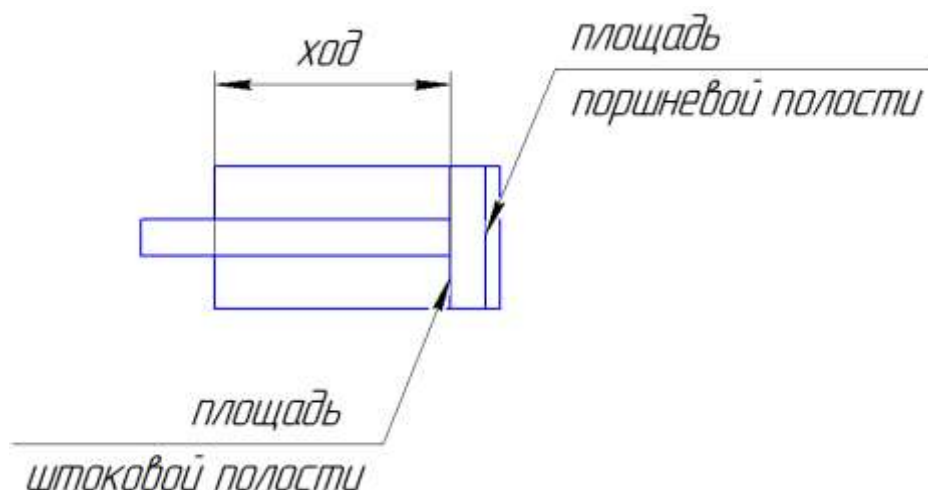
Поршеньдің соңғы жағдайы бойынша пневматикалық цилиндрлер болуы мүмкін:

- екі позициялы, яғни тек екі соңғы тіркелген ереже бар;
- көп позициялы, жұмыс органын екі шеткі жағдай арасындағы бірнеше ережелерде бекітуге мүмкіндік береді.



3.2-сурет. Қосарланған пневмоцилиндрлер

Қосарланған пневматикалық цилиндрлер-екі немесе одан да көп цилиндрлерді пайдалана отырып, бір штокта жұмыс істейтін жетектер. Олар цилиндрдің диаметрі шектелген жағдайда, жердің жетіспеушілігінен пайдаланылады. Мұндай элементтердің теріс сапасы оның күші ұлғайған бірдей арақатынасында оның ұзындығын арттыру болып табылады.



3.3-сурет. Пневматикалық цилиндрдің есептік схемасы

Пневматикалық цилиндрдің есебі оның поршөнынің диаметрін таңдау, цилиндрмен дамытатын күш оған әсер ететін жүктемелерді жеңу үшін жеткілікті. Пневмоцилиндрдің конструктивтік сұлбасы 8-суретте көрсетілген. Пневматикалық цилиндрдің диаметрін есептейміз. Цилиндрдің штокындағы әрекет етуші күш Рэфф , Н:

$$\begin{aligned} \text{При прямом ходе: } P_{эфф} &= S_1 \cdot P_{наг} - S_2 \cdot P_{ат} - P_{тр} \\ \text{При обратном ходе: } P_{эфф} &= S_2 \cdot P_{наг} - S_1 \cdot P_{ат} - P_{тр} \end{aligned} \quad (21)$$

$P_{наг}$ -пневмоцилиндр қуысындағы артық қысым, жұмыс шарттарына сәйкес ол $6 \text{ атм} = 6 \cdot 10^5 \text{ Па}$ тең болуы тиіс.

Теориялық күш поршеньдің диаметріне және оның жұмыс қуысындағы ауа қысымына байланысты және формулалар бойынша есептеледі:

$$\begin{aligned} \text{При прямом ходе: } Q_{пх} &= S_1 \cdot P_{наг} \\ \text{При обратном ходе: } Q_{ох} &= S_2 \cdot P_{наг} \end{aligned} \quad (22)$$

S_1 -поршень қуысының тиімді ауданы, м² ,

$$S_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (23)$$

D -поршень диаметрі, мм

S_2 – шток қуысының тиімді ауданы, м².

$$S_2 = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \quad (24)$$

d -шток диаметрі, мм.

Практикалық есептеулерде штоктегі үйкеліс күшін ескеру қажет пневмоцилиндра. Ол үшін пневматикалық цилиндрмен қозғалатын массаны білу керек. Штокта үйкеліс күшінен күш табамыз:

$$P_{тр} = m \cdot g \cdot \mu \quad (25)$$

$\mu = 0.4$ -үйкеліс коэффициенті,
 $m = 18$ кг-жылжымалы бөліктердің салмағы,
 $g = 10$ м / с² - еркін құлауды жеделдету

$$P_{тр} = m \cdot g \cdot \mu = 18 \cdot 10 \cdot 0.4 = 72 \text{ Н} \quad (26)$$

Пневматикалық цилиндр диаметрін табу үшін формуланы жазыңыз:

$$D = 1.13 \cdot \sqrt{\frac{P_{тр}}{K_1 \cdot K_2 \cdot P_{нар}}} \quad (27)$$

k_1 -пневматикалық цилиндрде үйкеліс күшін ескеретін коэффициент $k_1 = 0,8$;
 k_2 -күш бойынша қорды анықтайтын коэффициент, себебі көлік цилиндрі үшін $k_2 = 0,6$ қабылдаймыз.

3.3 Пневматикалық цилиндрлер-мақсаты, қолданылуы және конструкцияның ерекшеліктері

Қазір, біз П-457 моделінің 2000 кН күші гидравликалық цилиндр қарастырамыз.

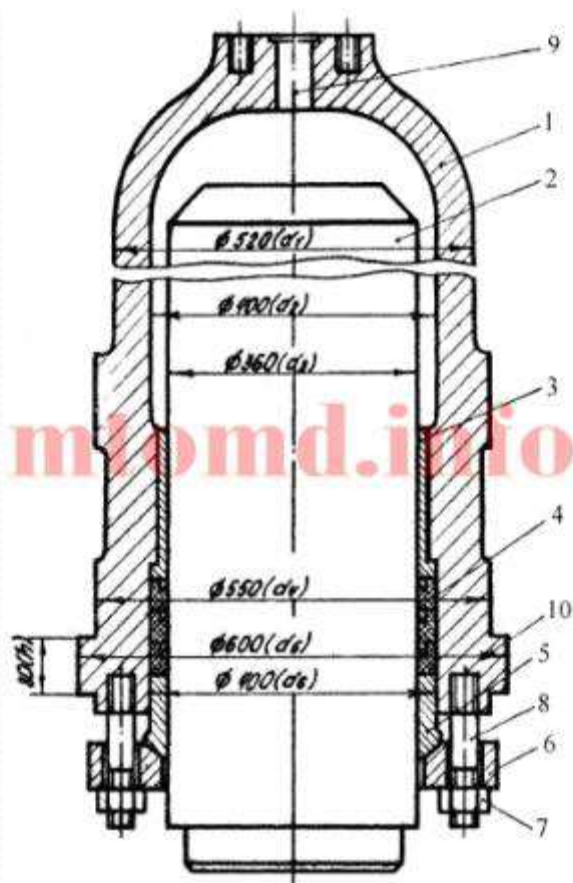


3.4-сурет. П-457 гидравликалық пресс моделі

Жылжымалы көлденең жоғары жылжу пневматикалық цилиндрлер арқылы жүзеге асырылады. Цилиндрлер төменгі немесе жоғарғы Қозғалмайтын көлденең орнатылады. Пневматикалық цилиндр-әр түрлі диаметрлі және ұзындықтағы, ұшында қақпақпен жабылған құбыр кесіндісі. Қақпақтарға пневматикалық қосылыстар - цилиндр ішіне сығылған ауаны беру үшін фитингтер бұралады.

Пневматикалық цилиндрлердің артықшылықтарының бірі жоғары болып табылады - 1,5 м / с дейін (екпінді цилиндрлерде 10 м / с дейін) - Шығу буынының жылжу жылдамдығы. Соңғы жағдайға жеткенде, поршень қақпақта " отырғанда, елеулі соққы күші пайда болады, бұл тән детонацияға әкеледі. Мұндай соққылар мерзімінен бұрын тозуға және конструкция элементтерінің зақымдануына әкеледі, сондай-ақ шу тудырады. Мұндай жағдайларда жүрістің соңында ауа демпфирленуі бар қос әрекетті пневматикалық цилиндрлерді пайдаланыңыз.

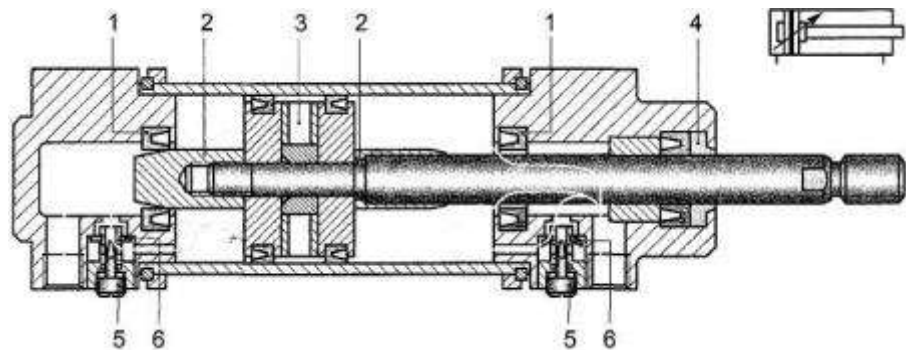
Сұйықтық сорғыдан сығымдағыштың жұмыс цилиндріне айдалғанда, көлденең төмен қозғалады, алдымен бос жүрісті (соғуға жақындау), содан кейін жұмыс жүрісін жасайды. Содан кейін қайтарылатын цилиндрден сұйықтық құю бағына беріледі. Жүрісті орындағаннан кейін сорғыдан сұйықтық қайтарымды цилиндрлерге беріледі, ал жұмыс цилиндрі ағызу бағымен жалғанады, ал жылжымалы көлденең 8 кері жүрісті жасайды. Сұйықтық ағыны клапанның таратқышымен және басқару тұтқасымен бақыланады.



1 - цилиндр; 2 - плунжер; 3 - втулка направляющая;
 4 - манжета уплотнительная; 5 - втулка нажимная; 6 - фланец; 7 - гайка;
 8 - шпилька; 9 - отверстие для подвода жидкости; 10 - бурт

3.5-сурет. Престің жұмыс цилиндрі

Цилиндр қақпағының соққыдан бұзылуын болдырмау үшін конструкцияның едәуір бөлігінде демпферлер көзделген. Шағын цилиндрлерде поршеньдің қысқа жүрісімен демпфер поршеньдің бетіне бекітілген пластикалық сақина түрінде жасалған. Үлкен күш пен жылдамдықты теретін ірі габаритті пневматикалық цилиндрлер пневматикалық демпфирлеу арқылы орнатылады. Пневматикалық демпфирлеу поршень жүрісінің соңында дроссель арқылы ауаны беру есебінен тежеу жасайды.



3.6-сурет. Жүріс соңында демпфирленумен Пневматикалық цилиндр

Мұндай цилиндрлердің функционалдығын кеңейтуге дәстүрлі дизайнға қосымша элементтерді енгізу есебінен қол жеткізіледі. 2 демпферлік гильзалар поршеньдің екі жағынан орнатылған, ал цилиндрлердің бастарында - 1 тығыздағыш манжеттер және 5 дроссельдер кері клапаны бар 6. Цилиндрге берілетін сығылған ауа тиісті қуысқа еркін түседі, соның ішінде 6 клапан кіріктірілген тексеру арқылы. Поршень 2 демпфердің гильзасы 1 тығыздағыш төлкелерге жеткенше ең жоғары жылдамдықпен одан қашықтағы қақпаққа жылжытылады. Бұл жағдайда цилиндрден шығарылатын ауаның белгілі бір мөлшері "бұғатталады". Тек атмосферамен байланысты болды қуыста. Енді осы қуыстың ауасы 5 дроссельдегі шағын диаметрлі тесік арқылы ғана атмосфераға ығыстырылуы мүмкін, ол өзгертуге болады ағын аймағының өлшемі. Қозғалыс бағытын өзгерткен кезде сығылған ауа 6-шы кері клапан арқылы поршеньнің астында еркін өтеді, ол 5-ші дроссельмен бірге біртұтас бүтін түзеді, цилиндрдің орнынан тез жылжуын қамтамасыз етеді.

Штоктарды сыртқы ластанулардан қорғау үшін барлық пневматикалық цилиндрлердің қақпағында 4 алмалы-салмалы сақина орнатылған.

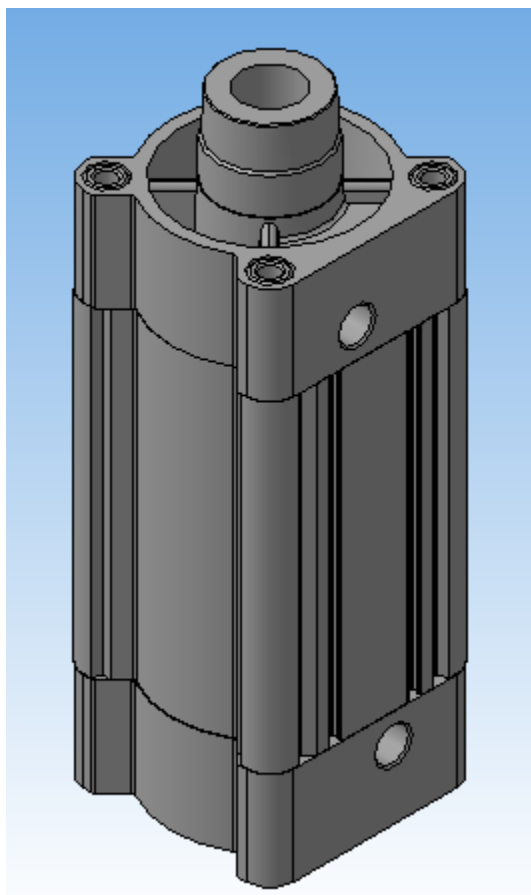
Пневматикалық цилиндрде реттелетін демпфирлеуші құрылғылардың болуы қалыпты графикалық белгіде бағыттамамен қиылысатын демпфердің төлкелерінің айшықталған бейнесімен белгіленген, ал тұрақты магниттің болуы поршень бейнеленген майлы сызықпен белгіленген.

Жалпы алғанда, пневматикалық цилиндрлердің күштік мүмкіндіктері машина жасау және аспап жасау, құю және дәнекерлеу өнеркәсібі, металл өңдеу және гидравликалық және электр жүйелерін айналып өту үшін пневматикалық басқару жүйелерінің жолын таңдаған басқа да салаларда қолданылады. Осы аралас энергия.

4 Пневматикалық цилиндр корпусын және Штокты АРМ бағдарламасында беріктікке және тұрақтылыққа есептеу

4.1 Пневматикалық цилиндр корпусын беріктікке есептеу

Пневматикалық цилиндр корпусын беріктікке есептеу үшін оның үш өлшемді моделін жасау қажет. Пневматикалық цилиндрдің корпусын жобалау КОМПАС-3D автоматтандырылған жобалау жүйесінде болды, бұл беріктікті есептеуді едәуір жеңілдетеді, өйткені әр түрлі талдаулар мен бөлшектер мен құрастыруларды есептеуге арналған АРМ бағдарламасы кіріктірілген қолданбалы бағдарлама болып табылады және берік талдау жүргізу қажет болған кезде детализация форматын автоматты жобалаудың басқа жүйелерінде жасалғандай өзгертуге тура келмейді.

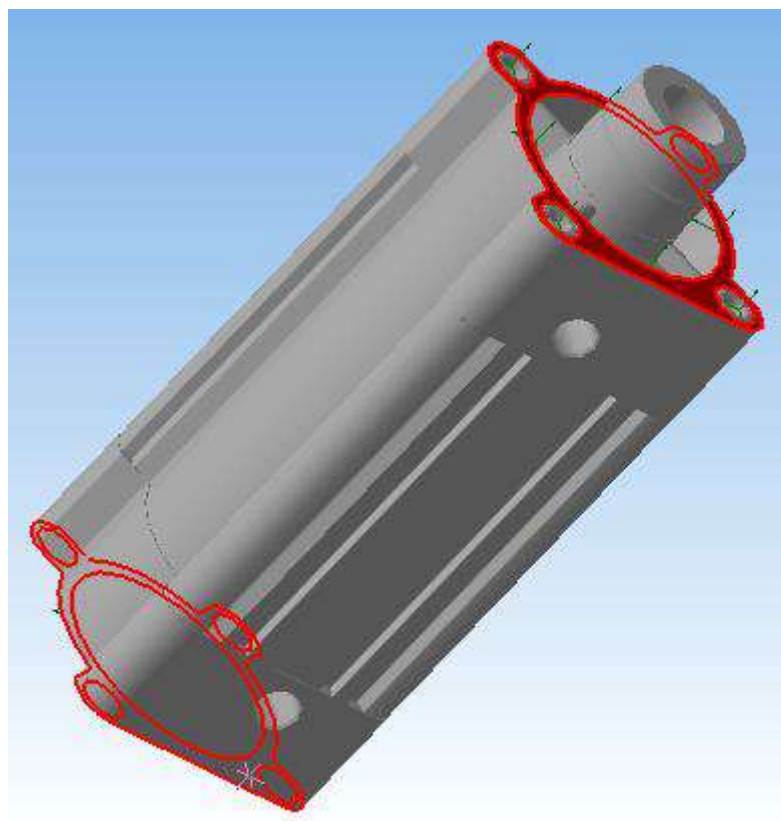


4.1 – сурет. Пневматикалық цилиндрдің үш өлшемді моделі

Пневматикалық цилиндр корпусының үш өлшемді моделін жасағаннан кейін бөлшектер материалын көрсету қажет. Материалдар кітапханасының тізімінен легирленген болатты таңдау қажет. Беріктікті тексеруді бастау

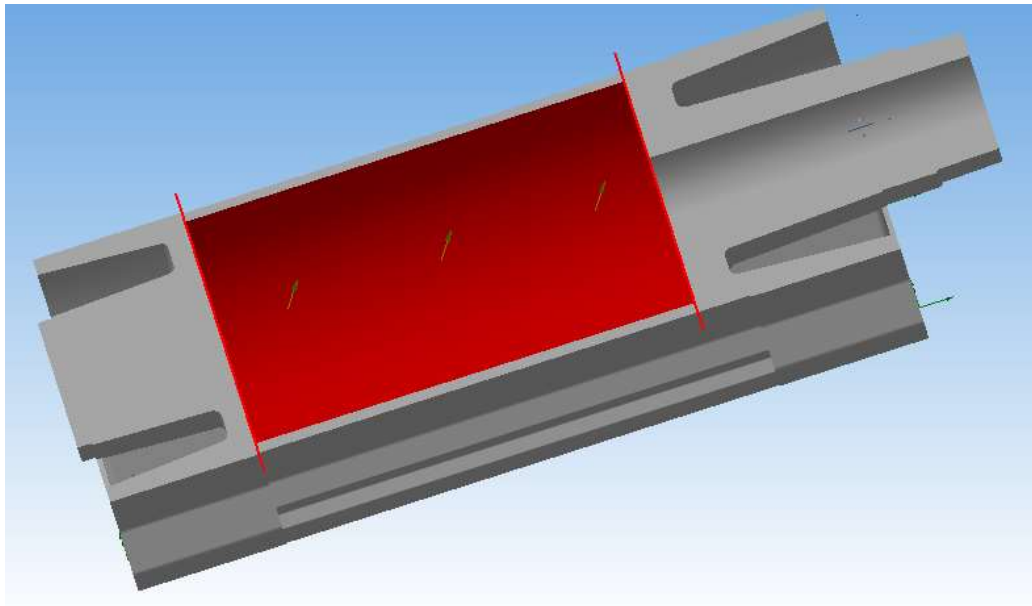
үшін "кітапхана менеджеріне" өтіп, "APM FEM: беріктік талдау"таңдау қажет.

Пневматикалық цилиндр корпусының материалын тапсырғаннан кейін бекітпелерді орнату қажет. Бекіту тіркелген болады және корпусстың екі бүйір жағында жүзеге асырылады. Бекіту орнын таңдағаннан кейін бағдарлама таңдалған жерлерді қызыл түспен автоматты түрде бөледі.



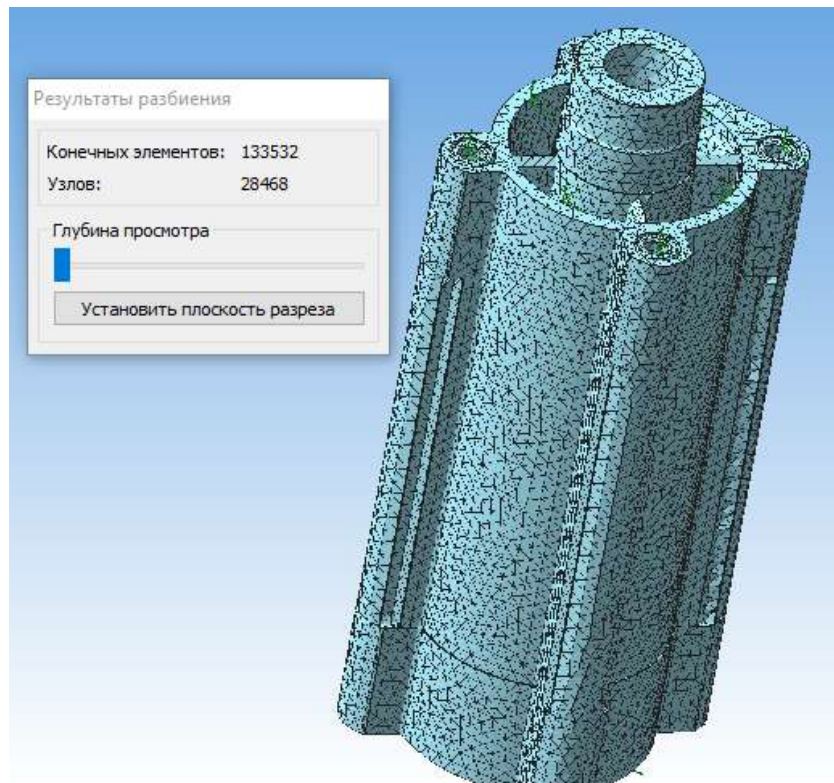
14 сурет-корпусқа арналған бекітуді таңдау

Бекіту орнын таңдап, корпусстың ішкі цилиндрлік бетіне үлес күшін салу керек.



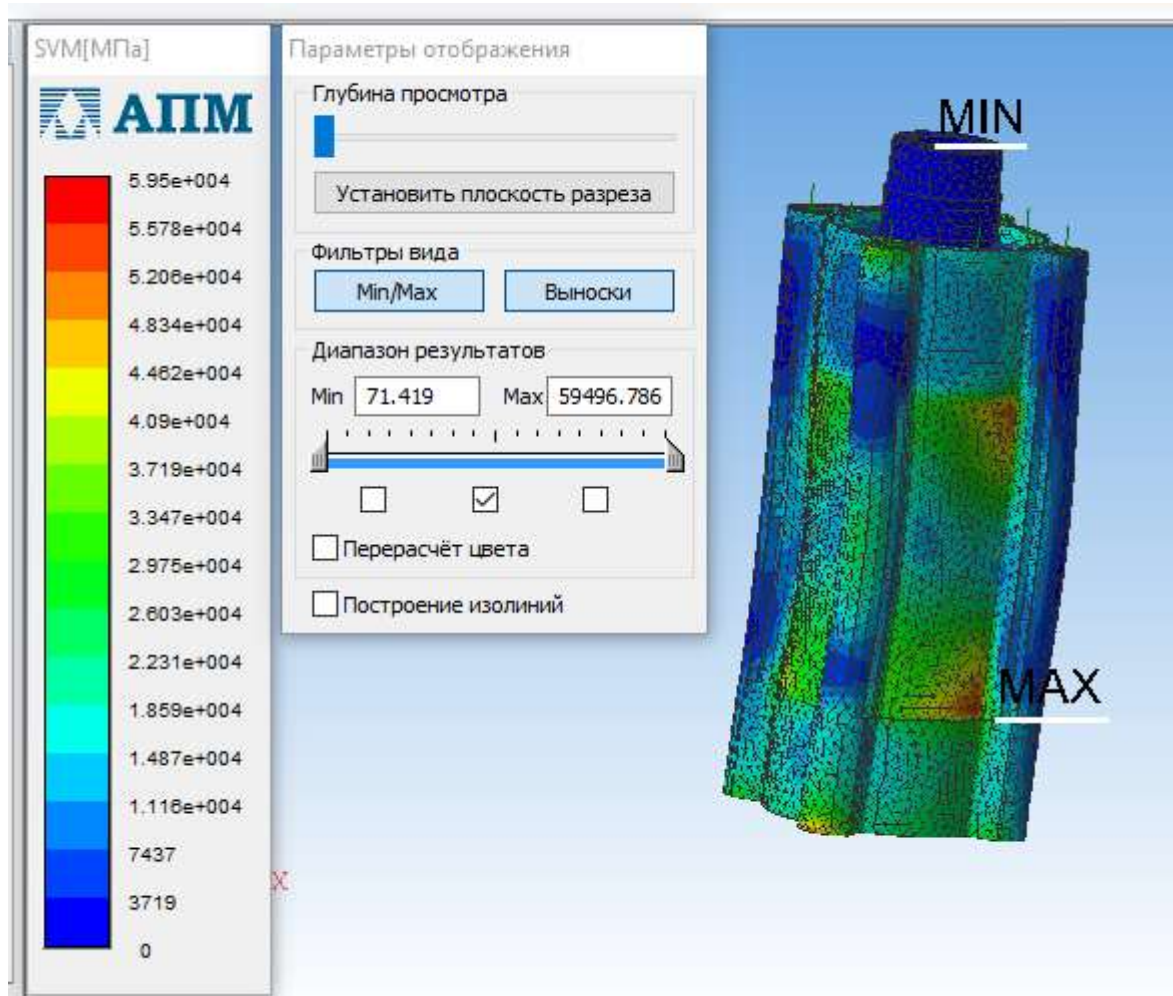
15-сурет-үлестік күштің қосымша орны

Келесі әрекет, әрине, модельдің элементтік торын жасау керек. Ол үшін "Генерация КЭ тор" тармағын таңдаймыз.



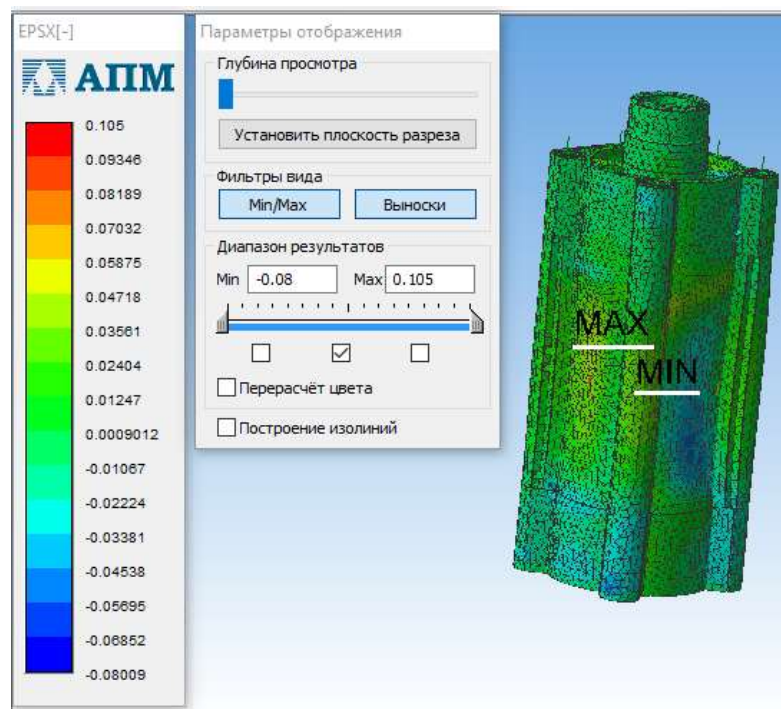
Сурет 16-КЭ үш өлшемді модель тор

Әрине, элементті торды құру аяқталғаннан кейін зерттеуді бастау қажет. Бағдарлама автоматты түрде есептеуді бастайды.



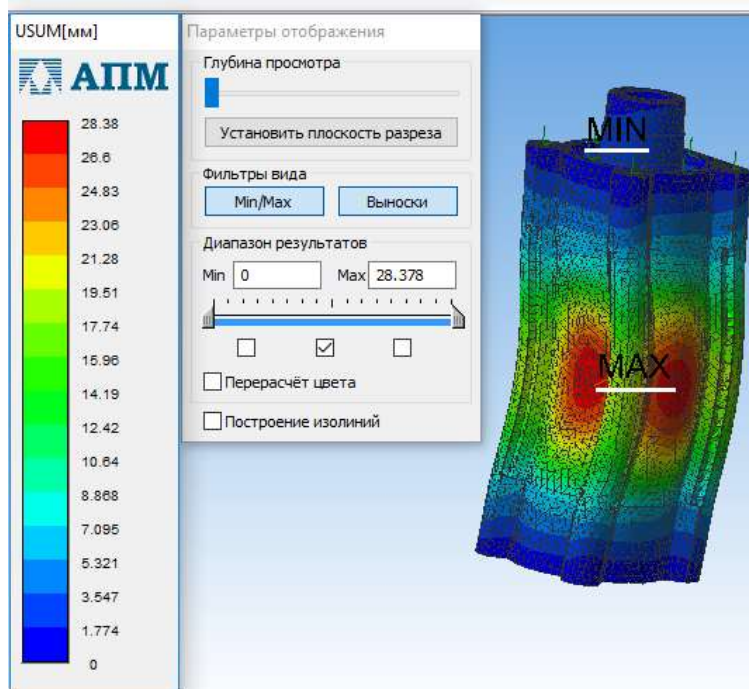
17 сурет-кернеу нәтижелерінің картасы

Зерттеу нәтижелері бойынша пневматикалық цилиндрдің корпусын өзгертуге ықпал ететін кернеулер пайда болады. Талдаудың келесі тармағы "деформация нәтижелерінің картасы" болып табылады.



Сурет 18 – деформация нәтижелерінің картасы

Талдаудың соңғы нәтижесі Пневматикалық цилиндр корпусында пайда болатын орын ауыстыру мәні болып табылады. Максималды жылжыту күш колдану екі жерде пайда болады.



19 сурет-жылжу нәтижелерінің картасы

Пневматикалық цилиндрдің корпусын берік есептеу қорытындысында корпус формасының өзгеруіне орын ауыстырулар, сондай-ақ күш қолдануының салдарынан пайда болатын кернеулер әсер етеді деп айтуға болады, ал пайда болатын деформацияның мәні Үлкен емес және елеулі әсер етпейді.

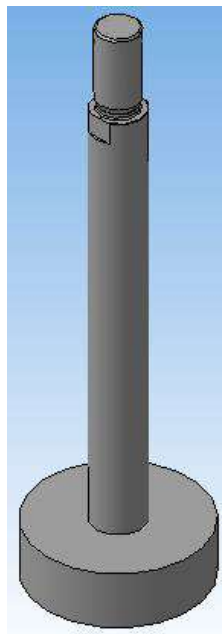
Зерттеу нәтижелері бойынша ең төменгі кернеу 71,4 МПа, ең жоғарғы кернеу 194 МПа. Ст45, 450 МПа маркалы қоспаланған болат үшін рұқсат етілетін кернеу. Кернеудің ең үлкен мәні корпустың ішкі цилиндрлік бетінің басында және соңында пайда болады, беріктік қоры коэффициенті 2,3 құрайды.

Деформацияға талдау кезінде $\min -0.08$, $\max 0.105$ диапазонында нәтижелер алды. Зерттеу нәтижелері бойынша деформациялар корпустың барлық бетінде пайда болатынын, ал оның мәні рұқсат етілген шектерде екенін көруге болады.

Сонымен қатар, "қозғалу нәтижелерінің картасы" бойынша талдау нәтижелеріне сүйене отырып, максималды орын ауыстыру күштің қосудың екі жерінде пайда болады. Ал оның максималды мәні 28,378 болды.

4.2 тұрақтылыққа Штокты есептеу

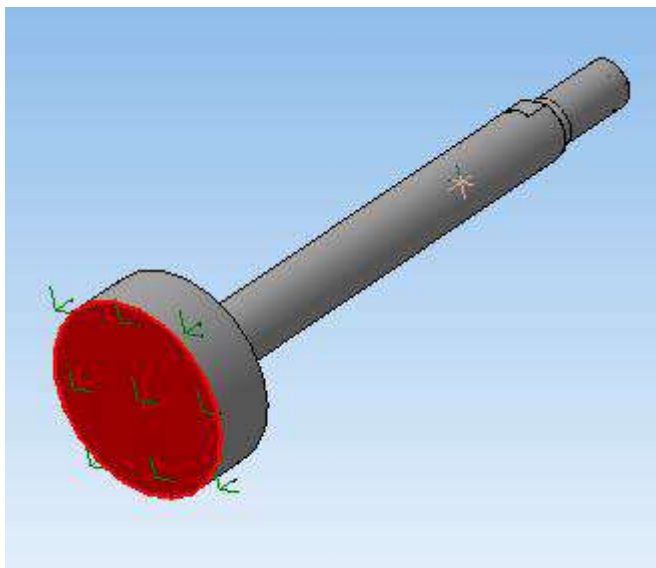
Тұрақтылыққа Штокты есептеу цилиндрді беріктікке есептеу сияқты принцип бойынша жүргізіледі. Алдымен үш өлшемді шток моделін құру қажет.



20-сурет-штоктің үш өлшемді моделі

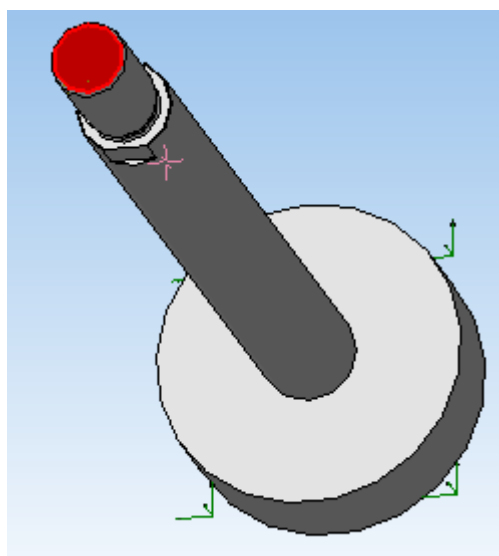
Шток үш өлшемді үлгісін жасап, материалды таңдау қажет. Материалдар кітапханасының тізімінен легирленген болатты таңдау қажет.

Келесі қадам-бекіту орнын таңдау. Тұрақтылыққа шток есебі жүргізілетіндіктен, бекіту негізде жүзеге асырылатын болады.



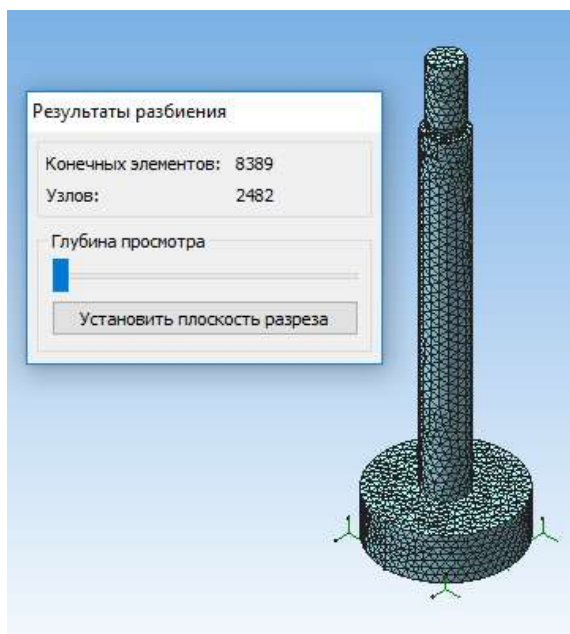
21-сурет-штокті бекіту орны

Бекіту орнын таңдағаннан кейін меншікті күштің қосымша орнын таңдау қажет.



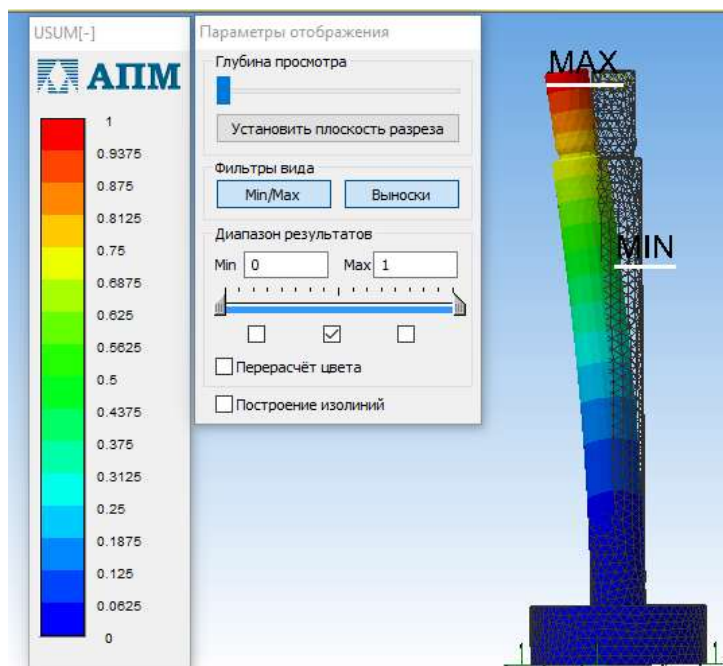
22-сурет-күш салу орны

Күш қолдану орнын бекіту және таңдау, әрине, элементті тор жасау керек. Ол үшін "Генерация КЭ тор" тармағын таңдаймыз.



Сурет 23-КЭ үш өлшемді шток моделінің торы

Әрине, элементті тордан кейін зерттеуді бастау керек. Және "нәтижелер картасында ""тұрақтылық"" тармағын таңдау.



24-сурет-беріктікке Штокты есептеу

Зерттеу нәтижелері бойынша шток өзек күші әсерінен бүгілуі мүмкін, тұрақтылық қорының коэффициенті 1 құрайды. $\nu < 1.3$ өзек тұрақтылығы қамтамасыз етілгендіктен.

Қорытынды

Бұл дипломдық жұмыстың мақсаты прeстiң пневматикалық цилиндрiн жобалау. Конструкцияны жобалау үшiн Solidworks жобалау бағдарламалық құралы қолданылды.

Бұл бағдарлама жеткiлiктi тиiмдi, өйткенi осы бағдарламаның көмегiмен жобалау жылдамдығы, конструкторлық және техникалық құжаттаманы дайындау, өз кезегiнде өнiмдi шығару және одан әрi пайдалану жылдамдығын едәуiр артырады. Талап етiлген мақсат орындалды.

САЕ Win Machine манипуляция АРМ бағдарламасында жүктемеге есеп жасады. Кернеу нәтижелерiн, ығысуды, Берiктiлiк қорының коэффициентiн, сондай-ақ шток үшiн тұрақтылық қорының коэффициентiн алды..

Жұмыстың негiзгi нәтижелерi: пневматикалық жетектер теориясын одан әрi дамыту, жоғары сенiмдiлiкке ие және тоқтаусыз пневматикалық дискреттi жетектердiң жаңа класын әзiрлеу - технологиялық машиналардың инвариантты пневматикалық дискреттi жетектерiнiң.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Мендебаев Т.М., Даулетбаков А.И. «Машина жасау технологиясы бойынша курстық жобалау» Алматы «Мектеп» 1987.
- 2 Мендебаев Т.М., Габдуллина А.З., Шеров К.Т. «Машина жасау технологиясы» Алматы 2013
- 3 Мендебаев Т.М. «Машина жасау технологиясының негіздері» Алматы 2005
- 4 Аскаров Е.С. Технология машиностроения. Учеб. пособие/ Е.С. Аскаров - Алматы. Экономика, 2015. - 312 с.
- 5 Справочник технолога машиностроителя. В 2х томах. Т1. Под ред. А.Г. Касиловой, Р.К. Мещерякова., М. Машиностроение 1986.
- 6 Справочник технолога машиностроителя. В 2х томах. Т2. Под ред. А.Г. Касиловой, Р.К. Мещерякова., М. Машиностроение 1985.