

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Сәтбаев университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

«Технологиялық машиналар көлік және логистика» кафедрасы

Лайық Қарлығаш Анарбайқызы

**Ұсақтап-уату жабдығының сенімділігін зерттеп, оны арттыру мақсатында
оперативті диагностика әдістерін пайдалана отырып, практикалық
ұсыныстар жасау**

МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

7M07111 – Машиналар мен жабдықтардың сандық инженериясы мамандығы

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Сәтбаев университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

ӘОЖ 621.926

Қолжазба құқығында

Лайық Қарлығаш Анарбайқызы

Техникалық ғылымдардың магистрі академиялық дәрежесін алу үшін
дайындалған

МАГИСТРЛІК ДИССЕРТАЦИЯ

Диссертация атауы:

Ұсақтап-уату жабдығының сенімділігін зерттеп,
оны арттыру мақсатында оперативті диагностика
әдістерін пайдалана отырып, практикалық
ұсыныстар жасау

Дайындау бағыты:

7М07111 – «Машиналар мен жабдықтардың
сандық инженериясы»

Ғылыми жетекші,
техника ғылымдарының кандидаты, профессор


Мырзахметов Б.А.

Пікір беруші,
техника ғылымдарының кандидаты, доцент


Мусабеков Р.А.

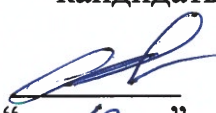
Норма бақылаушы,
техника ғылымдарының кандидаты,
ассистент-профессор


Бөртебаев С.А.

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНТУ им.К.И.Сатпаева»
Институт Metallургии и
Промышленной инженерии

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

ТМКЖЛ кафедрасының
меңгерушісі,
техника ғылымдарының
кандидаты, асс. профессор


Елемесов К.К.
“ 18 ” 08 2021 ж.

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Сәтбаев университеті

Металлургия және өнеркәсіптік инженерия институты

«Технологиялық машиналар көлік және логистика» кафедрасы

7M07111 – Машиналар мен жабдықтардың сандық инженериясы мамандығы

БЕКІТЕМІН

ТМКЖЛ кафедрасының меңгерушісі,
техника ғылымдарының кандидаты,
асс. профессор

 Елемесов К.К.

“ 05 ” желтоқсан 2019ж

**Магистрлік диссертация орындауға
ТАПСЫРМА**

Магистрант Лайық Қарлығаш Анарбайқызы

Тақырыбы Ұсақтау-уату жабдығының сенімділігін зерттеп, оны арттыру мақсатында оперативті диагностика әдістерін пайдалана отырып, практикалық ұсыныстар жасау

Университет Ректорының 2019 жылғы " 03 " желтоқсан №435-м бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі 2021ж.

Магистрлік диссертацияда қарастырылатын мәселелер тізімі

а) Диссертация тақырыбы бойынша жиналған ақпараттарды талдап, зерттеу міндеттерін қою. Конусты ұсақтау жабдығы туралы қысқаша мәлімет және олардың жұмыс принципі;

б) Конустық ұсақтқыштың ұсақтау камерасы арқылы өтетін ұсақталмай-тын дененің қозғалыс траекториясын модельдеу;

в) Гидропневматикалық қорғаныс жүйесі бар конус үгіткішінің негізгі параметрлерін есептеу;

г) Гидропневматикалық қорғау жүйесімен өзара жұмыс жасайтын бөлшектер мен тораптардың кернеулі-деформацияланған күйін талдау;

Презентациялық материалдар тізімі:

а) FLSmidth RAPTOR 1100 конусты ұсақтағышының жалпы көрінісі

б) Конусты ұсақтағыштың гидравликалық жүйесін тексеруге арналған стенд
в) Ұсақтау жабдығының негізгі жұмысшы элементтерінің АРМ WinMachine
есептеу жүйесіндегі моделі

Ұсынылатын негізгі әдебиеттер:

1 Савинова Н. В. Применение МКЭ для расчета корпусных деталей дробилок // Совершенствование методов проектирования горных машин, нефтегазопромыслового и дробильно-размольного оборудования: Сб. науч. тр. - Екатеринбург, 1997.-С. 124-130.

2 Савинова Н. В. Алгоритм прочностного расчета корпусных деталей конусных дробилок // Компьютерные технологии в горном деле: Тез. докл. III науч.-практ. конф. -Екатеринбург: УГТГА, 1998.- С. 55-56.

3 Савинова Н. В. Расчет на прочность сварных станин конусных дробилок (КСД, КМД) // Горный информационно-аналитический бюллетень «Неделя горняка-1999». -1999. - №8. - С. 174-175.

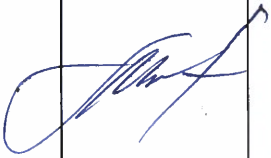
4 Савинова Н. В. Обоснование выбора метода расчета корпусов конусных дробилок // Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности: Тез. докл. науч.-техн. конф. «Чтения памяти В. Р. Кубачека». - Екатеринбург: УГТГА, 1999. - С. 23-25.

5 Савинова Н. В. Выбор критериев оптимизации при проектировании корпусов дробилок // Обогащение руд. - 2000. - №1. - С. 16-17

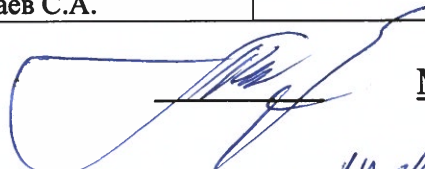
Магистрлік диссертация дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекші мен кеңесшілерге көрсету мерзімдері	Ескерту
1 Диссертация тақырыбы бойын-ша жиналған ақпараттарды талдап, зерттеу міндеттерін қою.	22.01.2019	
2 КҰУЖ ұсақтау камерасы арқы-лы өтетін ұсақталмайтын дененің қозғалыс траекториясын модельдеу.	12.03.2020	
3 Гидропневматикалық қорғаныс жүйесі бар конус үгіткішінің негізгі параметрлерін есептеу	05.01.2021	
4 Гидропневматикалық қорғау жүйесімен өзара жұмыс жасайтын бөлшектер мен тораптардың кернеулі-деформацияланған күйін талдау	15.04.2021	

**Аяқталған магистрлік диссертация бөлімдеріне кеңесшілер мен
норма бақылаушының қойған қолтаңбалары**

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
1 Диссертация тақырыбы бойынша жиналған ақпараттарды талдап, зерттеу міндеттерін қою.	Техника ғылымдарының кандидаты, профессор Мырзахметов Б.А	22.01.2019	
2 КҰУЖ ұсақтау камерасы арқылы өтетін ұсақталмайтын дененің қозғалыс траекториясын модельдеу.	Техника ғылымдарының кандидаты, профессор Мырзахметов Б.А	12.03.2020	
3 Гидропневматикалық қорғаныс жүйесі бар конус үгіткішінің негізгі параметрлерін есептеу	Техника ғылымдарының кандидаты, профессор Мырзахметов Б.А	05.01.2021	
4 Гидропневматикалық қорғау жүйесімен өзара жұмыс жасайтын бөлшектер мен тораптардың кернеулі-деформацияланған күйін талдау	Техника ғылымдарының кандидаты, профессор Мырзахметов Б.А	15.04.2021	
Норма бақылаушы	Техника ғылымдарының кандидаты, ассистент-профессор Бөртебаев С.А.	10.05.2021	

Ғылыми жетекші



Мырзахметов Б.А

Тапсырманы орындауға алған білім алушы



Лайық Қ.А

Күні

" 05 " қыркүйек 2019 ж.

АНДАТПА

Диссертацияда ұсақтап-уату жабдығының сенімділігі зерттелініп, оперативті диагностика әдістері арқылы практикалық ұсыныстар жасалынған. Жабдықты қолдану барысында пайда болатын ақаулықтарды - гидравликалық система көмегімен жою жолдары қарастырылған. Гидравликалық системаға механикалық біршама өзгерістер енгізу арқылы аталған істен шығулардың алдын алуға болатындығы анықталды.

АННОТАЦИЯ

В диссертационной работе изучена надежность дробильно-размольного оборудования, разработаны практические рекомендации с помощью методов оперативной диагностики. Предусмотрены способы устранения неисправностей, возникающих при эксплуатации оборудования - с помощью гидравлической системы. Установлено, что с внесением значительных механических изменений в гидравлическую систему можно предотвратить указанные отказы.

ABSTRACT

In the dissertation work, the reliability of crushing and grinding equipment was studied, practical recommendations were developed using methods of operational diagnostics. There are ways to eliminate malfunctions that occur during the operation of the equipment - using the hydraulic system. It is established that by making significant mechanical changes to the hydraulic system, these failures can be prevented.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	
1	Диссертация тақырыбы бойынша жиналған ақпараттарды талдап, зерттеу міндеттерін қою.	13
1.1	КҰУЖ туралы қысқаша мәлімет.	13
1.2	Кенді екінші ретті ұсақтауда қолданылатын КҰУЖ-ның жұмыс принципі	14
1.3	Екінші ретті ұсақтауда қолданылатын КҰУЖ дамыту перспективалары	16
1.4	КҰУЖ қолдану барысында пайда болатын ақаулықтарды жоюды ұсыну және зерттеу міндеттерін белгілеу	19
2	КҰУЖ ұсақтау камерасы арқылы өтетін ұсақталмайтын дененің қозғалыс траекториясын модельдеу.	20
2.1	Ұсатқыштың жұмыс процесін талдау	20
2.2	Ұсақталмайтын заттың әсерін қаптаманың деформациялануын төмендету бойынша конструктивті ұсыныстар келтіру	26
2.3	Ұсақтау камерасында ұсақталмайтын заттың қозғалысы кезінде КҰУЖ-ның жұмыс процесін компьютерлік модельдеу	27
2.4	Ұсақтау камерасы бойынша ұсақталмайтын заттың қозғалыс моделінің алгоритмін әзірлеу	32
2.5	Әзірленген алгоритм бойынша ұсақтау камерасы арқылы ұсақталмайтын заттың өтуін зерттеу нәтижелері	33
3	Гидропневматикалық қорғаныс жүйесі бар конус үгіткішінің негізгі параметрлерін есептеу	38
3.1	Конусты ұсақтағыштың басу жүйесінің сипаттамасы	38
3.2	КҰУЖ ұсақталмайтын денелерден қорғауға арналған гидравликалық түсіру жүйесі	39
3.3	КҰУЖ-ның негізгі элементтеріне түсірілетін күшті есептеу әдісі	42
3.4	КҰУЖ-ның негізгі элементтеріне түсетін кернеуді есептеу үшін күш әрекеті	46
3.5	Тұғыр мен білікке түсірілетін күштерді нақты мысалда есептеу	46
4	Гидропневматикалық қорғау жүйесімен өзара жұмыс жасайтын бөлшектер мен тораптардың кернеулі-деформацияланған күйін талдау	51
4.1	Кернеуді есептеу үшін компьютерлік типтік программаларды таңдау	51
4.2	Structure-3D бағдарламасындағы есептеу алгоритмі	52
4.3	APM Studio және APM Structure 3D модуліндегі кернеуді есептеуге дайындық APM WinMachine есептеу жүйесі	53
4.4	Қабырғасыз тұғыр үшін кернеуді есептеу нәтижелері	54
4.5	Тірек сақинасы корпусының кернеулі-деформацияланған күйін талдау	57
4.6	Реттеуші сақина корпусының кернеулі-деформацияланған күйін талдау	58

4.7	Негізгі біліктің кернеулі-деформацияланған күйін талдау	58
4.8	Негізгі білікке әсер ететін кернеуді есептеу нәтижелері	61
4.9	Ұсақталмайтын затты өткізу жүйесінің ұтымды параметрлерін анықтаудың функционалдық әдістемесі	63
	Қорытынды	
	Пайдаланылған әдебеттер тізімі	
	Қосымша	

КІРІСПЕ

Тандалған тақырыптың өзектілігі. Қазіргі уақытта тау - кен өнеркәсібінде өңделетін тау - кен массасында, атап айтқанда, карьерлерді тереңдету кезінде күшті тау жыныстарының үлесі артып келеді, бұл ұсақтау кезінде ұсақтау жабдықтарына зақым келтіріп, энергияны тұтынудың айтарлықтай өсуіне әкеледі.

Осыған байланысты мына сұрақтар ерекше өзекті болып табылады, ұнтақтағыштардың жұмыс режимін тұрақтандыру (шамадан тыс жүктемелерден қорғау), сондай - ақ орташа және ұсақ ұсақтау фракцияларының ұсатқыш конусының кептелуі, ең жоғары жүктемелерден туындаған мәселелер, мұның барлығы энергия тұтынудың артуына алып келеді. Сонымен қатар, ұсақтау камерасындағы ұсақталмайтын зат (экскаватор тісі, металл конструкцияларының сынықтары және т.б.) жылжымалы және бекітілген конустардың қаптамаларының жұмыс беттерінің айтарлықтай деформациялануына әкеледі.

Орташа және ұсақ ұсақтау ұсатқыштарын жылжымалы және жылжымайтын конустардың қаптамаларының жұмыс беттеріне түсірілетін жүктеме әсерінен қорғау құралдарын жетілдірудегі ең перспективалы бағыт - бұл жабдықты мәжбүрлі және апаттық жағдайларда сенімді қорғауды қамтамасыз ететін көп функционалды гидропневматикалық жүйені дамыту.

Осыған байланысты, көп функциялы гидропневматикалық қорғаныс жүйесінің құрылымдық және режимдік параметрлері арасындағы өзара байланысты анықтауға бағытталған зерттеу тақырыбы, ол тостағаншаны тұғырға басу және ұсақтау камерасын жылжымалы және бекітілген конустардың қаптамаларын деформациялайтын ұсақталмайтын заттардан босатуды қамтиды, өзекті ғылыми міндет болып табылады және тау - кен байыту кәсіпорындарының өндірістік базасын дамыту қажеттіліктеріне сәйкес келеді.

Зерттеу тақырыбының ғылыми әзірлену дәрежесі

Ресейде орташа және екінші ретті ұсақтау конустық ұсатқыштардың конструкцияларын ұсақтау және құру теориясының негіздерін С. Е. Андреев, В. А. Бауман, Л. А. Вайсберг, В. А. Кирпичев, Л. Б. Левенсон, В. А. Масленников, Ю. А. Муйземнек, П. В. Риттингер, А. К. Рундквист, Р. А. Родин және басқалар қалаған.

А. В. Голованов, Ю. А. Лагунова, С. А. Червяковтың және т. б. еңбектерінде жұмыс процесін оңтайландыру, орташа және екінші ретті ұсақтайтын конустық ұсатқыштардағы энергия тұтынуды азайту мәселелері қарастырылды.

В. С. Бочковтың, Ю. В. Гореловтың, А. В. Ороченконың, Н. В. Савинованың және т. б. еңбектері деформацияланған жағдайды зерттеу және екінші ретті конустық ұсақтау жабдығының фракцияларының элементтерін жобалау кезінде әртүрлі материалдарды қолдану мәселелеріне арналды.

Олар жүргізген зерттеулер нәтижесінде екінші ретті ұсақтайтын конустық ұсатқыштардың конструкциясын жетілдіру мәселелері ашылды және пайдалану процесінде деформацияға ұшырайтын ең осал жерлерді анықтады.

Жоғарыда аталған авторлардың зерттеулерінде тірек сақинасын көтерілген күйде бекіту кезінде ұсату камерасындағы ұсақталмайтын заттың тоқтатылуын болдырмау арқылы конустық ұсатқыш қаптамасының деформациясын төмендету мәселесі ашылмаған, бұл тірек сақинасын жылжымалы конуспен алып тастағаннан кейін гидропневмоаккумуляторлармен және басқару жүйесімен қамтамасыз етіледі.

Сондықтан конустық ұсатқыштарды қаптамасының жұмыс үстіңгі жағының деформациясынан қорғаудың гидро - пневматикалық жүйесінің параметрлерін негіздеуге бағытталған зерттеулер бұл мәселенің нашар зерттелуіне байланысты перспективалы болып табылады.

Жұмыстың мақсаты – екінші ретті ұсақтайтын конустық ұсатқыштарды қорғаудың көпфункционалды гидро-пневматикалық жүйесінің параметрлерін негіздеу - ұсатқыштың сынуын болдырмау және жылжымалы және жылжымайтын конустар қаптамаларының жұмыс үстіңгі жағының деформациясын азайту, сондай-ақ оларды алу үшін жұмыс процесінің тоқтауын болдырмау.

Жұмыстың міндеті - ұсақтау камерасы арқылы ұсақталмайтын заттың өтуі кезінде оны ауытқыған күйде бекітуді қамтамасыз ететін тірек сақинасын қысудың арнайы жүйесін қолдану қаптаманың жұмыс беттерінің деформациясын азайтуға мүмкіндік береді және ұсатқышты тоқтатпай, ұсақталмайтын заттың өтуін қамтамасыз етеді.

Зерттеу нәтижелерінің ғылыми жаңалығы:

- ұсақ ұсақтаудың конустық эксцентрлік ұсақтағышының ұсату камерасы бойынша ұсақталмайтын зат қозғалысының математикалық моделін әзірлеуде;
- конустық ұсатқыштың ұтымды құрылымдық параметрлерін негіздеуде, атап айтқанда жылжымалы және жылжымайтын конустардың қаптамаларының жұмыс беттерінің деформациясын азайтуға мүмкіндік беретін көп функциялы гидро - пневматикалық қорғаныс жүйесінің дизайнын негіздеуде;
- ұсақтау камерасының қорғаныс жүйесінің ұтымды параметрлерін таңдауға және конустық эксцентрлік ұсақтағыштың негізгі түйіндерінің кернеулі - деформацияланған күйін ескеруге мүмкіндік беретін техниканы құруда.

Жұмыстың теориялық және практикалық маңыздылығы:

- конустық эксцентриктік ұсатқыштың ұсату камерасында ұсақталмайтын заттың сынуын болдырмау есебінен жылжымалы және жылжымайтын конустардың қаптамасының деформациясын төмендету бойынша ұсынымдарды әзірлеуде;
- конустық эксцентрлік ұсатқыштың негізгі құрылғыларының кернеулі - деформацияланған күйін ұсатқышты жобалау сатысында оның жұмысының апаттық режимдерін ескеруге мүмкіндік беретін ұсату камерасының жоғарғы бөлігіндегі сынбайтын заттың жағдайына сәйкес келетін күштің ең жоғары мәндерін ескере отырып модельдеуде;

Диссертациялық зерттеудің әдістемесі: статистикалық ақпараттың жеткілікті көлемін пайдалану. Теориялық зерттеулерді орындау кезінде сенімділік теориясының негізгі ережелері мен әдістері, гидрофицирленген қорғаныс жүйесімен ұсақ ұсақтау конустық ұсатқыштың негізгі тораптарының

кернеулі - деформацияланған күйін модельдеу, эксперименттік зерттеулер жүргізу кезінде-сенімділік теориясының ережелері, математикалық статистика және ықтималдық теориясы әдістері, статистикалық деректерді өңдеуге арналған бағдарламалар пайдаланылды.

Қорғауға шығарылатын ғылыми ережелер:

1. Конустық ұсатқыштың жылжымалы және жылжымалы емес конустары қаптамаларының жұмыс беттерінің деформациясын ұсату камерасы бойынша ұсақталмайтын заттың қозғалысы кезінде ауытқыған жолда тірек сақинасын бекіту арқылы қол жеткізіледі.

2. Қорғаныс жүйесінің ұтымды параметрлерін таңдау күштің максималды мәндерін ескере отырып, конустық ұсатқыштың негізгі түйіндерінің кернеулі-деформацияланған күйін модельдеу нәтижелері бойынша жүргізілуі керек.

Ғылыми ережелердің, қорытындылар мен зерттеу нәтижелерінің дұрыстығы: математикалық түрлендіру әдістерін, эксперименттік деректерді статистикалық өңдеу әдістерін, уақытша есептеу жабдығы мен компьютерлік бағдарламалық қамтамасыз етуді дұрыс пайдаланумен, олардың арасындағы алшақтық 7...8 аспайтын теориялық және тәжірибиелік зерттеулер нәтижелерінің қанағаттанарлық жинақталуымен расталады.

1 Диссертация тақырыбы бойынша жиналған ақпараттарды талдап, зерртеу міндеттерін қою

Конустық ұсақтау-уату жабдықтарының (КҰУЖ) сенімділігі мысты алу процесінде үлкен орын алатын мәселенің бірі. Кез-келген жабдықтың тоқтаусыз, сенімді жұмыс жасауы оған жасалынатын техникалық қызмет сапасына әрі пайдалануына тәуелді.

Жабдықтың қызмет ету мерзімі оның өз бағасын ақтамайтындығы техникалық қызмет көрсету нәтижесінде анықталды. Бізге жабдықтың жаңғыртылған түрін алу экономикалық жағынан тиімсіз. Осы мәселе бізді диагностиканың оперативті тәсілін гидравликалық жүйе арқылы қолданып жабдық сенімділігін сақтап және оны әрі қарай арттыру үшін көмектеседі.

1.1 КҰУЖ туралы қысқаша мәлімет

Конусты ұсақтағыштарда материал қысу және үйкеу тәсілдерімен ұсақталады. Ұсақталатын материал сыртқы қозғалмайтын және ішкі айналатын конустардың аралығына беріледі. Ішкі айналатын конус сыртқы конусқа эксцентрикалы болып орналасады. Конусты ұсақтағыш ескі конус, ішкі бөлшектеу конусы, бөлшектеу конусының қолдаушы құрылғылары және жетек элементтерінен құралады.

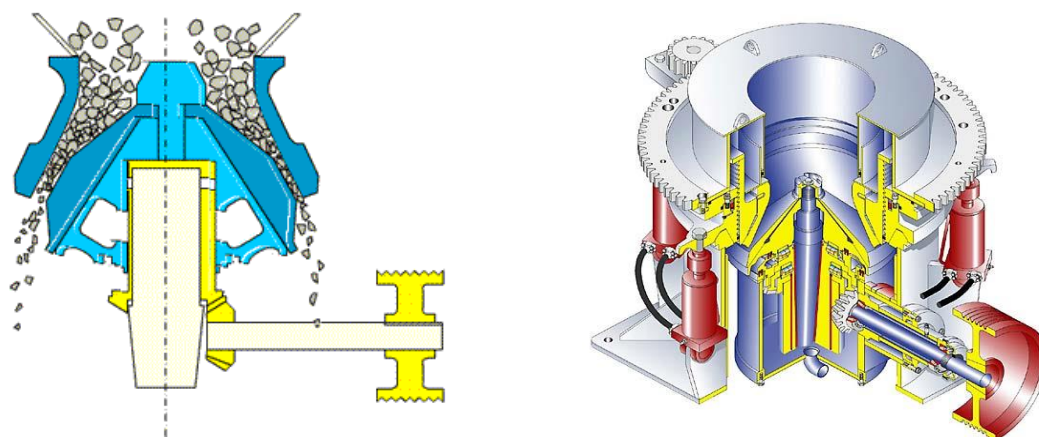
Негізгі ұсақтағыш рамасы барлық басқа ұсақтағыш компоненттері үшін мықты тіректі қамтамасыз етеді. Реттеу сақинасы негізгі раманың үстіне орнатылады және тостағанның торабын реттеуге мүмкіндік береді. Негізгі білік ұсақтағыш бастиекке көмектеседі және жетек жүйесі арқылы айналады.

Тостаған торабы тостаған, шегендеу, тостаған қаптамасы мен бункерлерден тұрады. Тостаған және тостағанды қаптау ұсақтағыштың жоғарғы тұрақты жұмыс органын құрайды. Жылжымалы конус және тостағанша материалды ұсақтайды. Тостаған және қаптама бұрандада реттеу сақинасына ілінген. Қоректендіргіш бункер тостағанға тіреледі және бункерді тозудан қорғай отырып, қозғалмайтын қабат материалының пайда болуы үшін орын береді [8].

Ұсақтау басы ауыспалы қаптамамен немесе жоғары қаптама деп аталатын қаппен жабылған, тостаған қаптамамен қорғалған және негізгі раманың ішкі бөлігі, ашық элементтер де ауыспалы қаптамамен қорғалған.

Ұсақтағыш басының негізгі білігі эксцентрик арқылы айналады, ол тістегершіктер мен аралық білік арқылы іске қосылады. Эксцентрик негізгі рамаға бекітілген берік мойынтіректе орналасқан. Эксцентрик ұсақтағыш қозғалтқышының көмегімен шкивтер мен бағыттаушы роликтер, аралық білік және жетекші тістегеріш арқылы айналады. Айналмалы эксцентрик ұсақтағыш бастиекті айналдырады, циклді оны тостаған жақын және одан әрі жылжытады.

Тостағанның қаптамасы мен конус басы (КБ) қаптамасының арасындағы ең аз қашықтық түсіру саңылауының ең аз ені деп аталады.



1 Сурет – Конусты ұсақтағыштың жалпы көрінісі

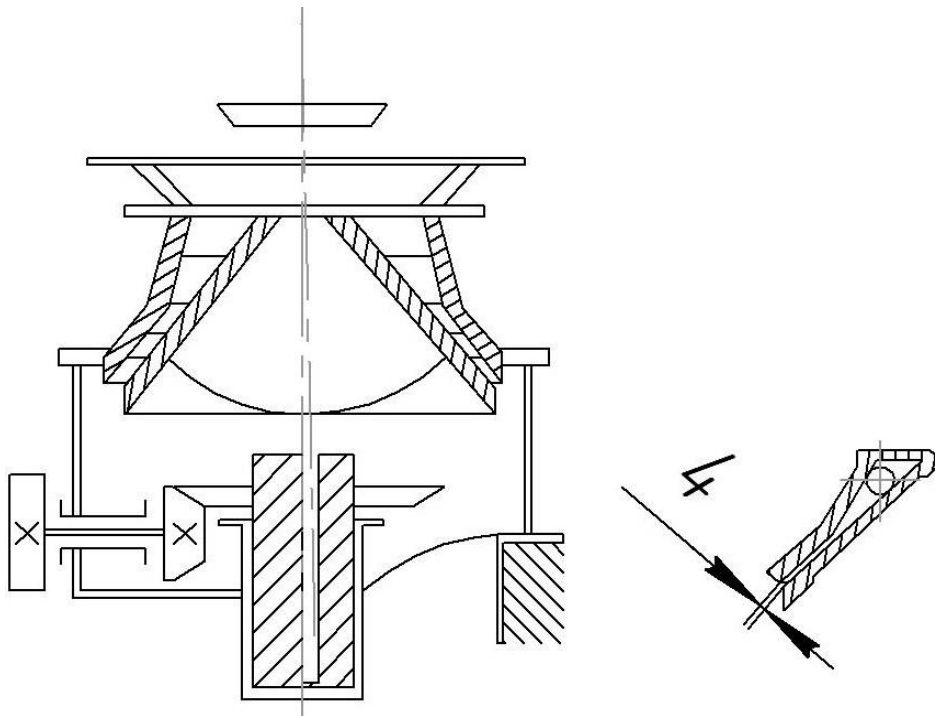
Материал ұсақтағышқа жоғарғы жағынан бастарымен бірге айналатын және қоректендіруді ұсақтау қуысына бөлетін қоректендіргіш арқылы беріледі. Материал тостағандар мен КБ-ның арасындағы саңылауға түседі, КБ тостағанның қаптамасына жақын орналасқан кезең кезінде қысылып сынады. Бастиегін алып тастағанға қарай сынған (ұсақ) материал тостағаннан төмен шөгіледі, ол жердің саңылауы тар. Материал бастың бұрылуына қарай ұсақталады. Бұл процесс бөлшектелген материал саңылаудың төменгі бөлігіне жетпей және қалаған өлшемге ие болғанға дейін қайталанады. Содан кейін материал саңылаудан науаға және содан кейін конвейерге түседі [10].

Ұсақтағыштың шығу бөлігіндегі өнімнің мөлшері ұсақтағыштың қаптамасы арасындағы саңылауды реттеу арқылы бақыланады. Саңылауды қаптаманың қызмет мезгілімен реттеу қажет, өйткені ол қаптаманың тозу шамасына қарай ұлғаяды. Тостаған көтерілуіне қатысты конусты ашады, ал төмендеуі тостағанға қатысты конусты жабады. Ішкі жағында бұрандалы реттеу сақинасы негізгі рамаға отырады. Сыртқы жағында бұрандасы бар тостаған саңылаудың өлшемін өзгерту үшін реттеу сақинасының ішінде бұрауға болады. Реттеу гидравликалық қозғалтқышпен жасалады, оны оператор қолмен іске асырады [9].

1.2 Кенді екінші ретті ұсақтауда қолданылатын КҰУЖ-ның жұмыс принципі

Конустық ұсатқыштар беріктігі жоғары абразивтілігі 300 МПа-ға дейінгі тау жыныстарын ұсақтау үшін қолданылады. Конусты екінші ретті ұсатқыштың кинематикалық схемасы 1.1-суретте келтірілген.

Әр сәтте ұсақтайтын конустың бір генераторы бекітілген конустың ішкі бетіне жақын, ал оған қарама — қарсы генератрикс ең алыс болып шығады. Осылайша, кез-келген уақытта ұсақтайтын конустардың беттері бір-біріне жақындасып, материалды ұсақтайды, ал осы беттерді алып тастау аймағында бұрын ұсақталған материал өзінің массасының әсерінен сақина тәрізді шығатын саңылау арқылы түсіріледі.



1.1 Сурет - Конустық ұсатқыштың кинематикалық схемасы

Конустық ұсатқыштардағы Ұсақтау процесі ұсақтағыш механизмі мен қозғалтқышының біркелкі жүктемесіне ықпал ететін конустардың шеңбері бойымен ұсақтау аймағының дәйекті қозғалысы кезінде үздіксіз жүреді. Ұсақтағышқа жүктеуге болатын ең үлкен бөліктердің мөлшері, жүктеу саңылауының радиалды енімен анықталады. Ұсақтау мөлшерінің сипаттамасы және ұсатқыштың өнімділігі түсіру тесігінің радиалды еніне байланысты.

Ұсақ ұсақтайтын конустық ұсатқыштар (сурет. 1.1) ірі ұсақтауға арналған ұсатқыштардан, ең алдымен, жұмыс кеңістігінің кескінімен айтарлықтай ерекшеленеді. Жылжымалы ұсақтағыш конустың жоғарғы жағында 80 бұрышы бар...100°. Қозғалмайтын конус (тостаған) төмен қарай кеңейіп, қозғалмалы конуспен параллель аймақ түзеді, оның бойымен материал бірнеше рет сығылып, шығыс саңылауына тең мөлшерге дейін ұсақталады. Сондықтан ұсақтау өнімінің мөлшері жабық түсіру саңылауының енімен анықталады. Бұл ұнтақтағыштардың ұсақтау камералары кішірек кесектерді алып, кішірек өнім шығарады. Ұсақ ұсақтау ұсатқыштарына тиелетін кесектің ең үлкен мөлшері тиісінше 8... Түсіру саңылауының мөлшері 170 мм 5...20 мм.

Мұндай ұнтақтағыштарда ұсақтағыш конустың тірегі басқаша жасалады. Білік (сурет. 1.1) ұсатқыш конус орнатылған, жоғарғы тірегі жоқ. Ұсақ ұсақтауға арналған ұнтақтағыштарда ұсақтағыш конустың тірегі оның тербелісінің ортасында орналасқан және конус пен біліктің массасын да, ұсақтау күшін де қабылдайтын үлкен радиустың сфералық тірек түрінде жасалады. Төменгі біліктің соңында жайма қоса салынуға да эксцентриктік төлкесіне орналастырылған тостағаншаны құрайтын бір тұтас сәйкес тұғырлы ұсатқыштар. Эксцентрлік жең көлденең білік пен конустық беріліс арқылы электр қозғалтқышынан айналады. Материал диск-қоректендіргішке келіп түседі және бүкіл тиеу саңылауына біркелкі бөлінеді [14].

Ұсақтауға арналған ұсатқыштар жылдамырақ. Ұсақтайтын конустың минутына айналу саны-215...350.

Конус үгіткіштерінің артықшылығы-олардың жұмысының үздіксіздігі және бос болмауы. Ұсақтаудың энергия сыйымдылығы ұсақтау өнімінің беріктігіне және ұсақтау дәрежесіне байланысты.

1.3 Екінші ретгі ұсақтауда қолданылатын КҰУЖ дамыту перспективалары

Эксцентрлік ұсақтағыштардың төмен ұсақталу дәрежесі конустың амплитудасын айналу осіне қатысты конструктивті түрде берілген ығысумен шектейтін эксцентриктің жылжымалы конусының жетек элементі ретінде қолданылуымен түсіндіріледі. Сондықтан, тіпті төмен беріктігі бар материал қабатын конустар арасындағы белгіленген алшақтықтың үлкен мөлшеріне дейін деформациялауға болмайды, бұл алдын-ала ұсақтаудың төмен дәрежесін анықтайды. Жылжымалы конустың диаметрі 2200 мм болатын ұнтақтағыштарда түсіру аймағындағы материал қабатының қалыңдығы 10 мм-ден кем болмауы керек. Қозғалмайтын және жылжымалы конустарда сөзсіз эллиптикалық және центрлік емес болады, олар механикалық өңдеуден кейін негіздегі қаптама диаметрінің сәйкесінше 0,05 және 0,1% аспауы керек. Егер конустар арасындағы жұмыс саңылауы осы мәннен аз болса, онда ұсатқыш бос тұрған кезде қаптамамен соғылуы мүмкін. Рұқсат белгілерінің осындай сәйкес келуі екіталай болғандықтан, іс жүзінде 5 мм кем емес саңылауды орнатуға рұқсат етіледі.

Жұмыс саңылауы КҰУЖ-ның бос жүрісінде өлшенеді және реттеледі, жылжымалы конус өзінің центрифугалық күшінің әсерінен біліксіз конусқа ауысады және білігімен эксцентриктің жұқа жағына басылады. Алайда, ұнтақтағыш жүктеме астында жұмыс істеген кезде, ұсақталған материал қабатының кедергісі әсерінен білігі эксцентриктің қалың жағына басылады. Жаңа бөліктері бар CR-102 ұсақтағышында жетек жеңіндегі Бос орындар 4 мм, ал бос жұмыс кезінде өлшенген жұмыс саңылауы 5 мм болғандықтан, жүктеме астында жұмыс істеген кезде жұмыс аймағындағы материал қабатының

қалыңдығы 9 мм болады. Білік пен эксцентриктің тозуының жоғарылауымен аталған қабаттың қалыңдығы артады, бұл ұсақталған өнімнің сөзсіз шоғырлануына әкеледі, оның коэффициенті бос тұрған жұмыс саңылауына қатысты 3,5-ке тең қабылданады.

Эксцентрлік ұсақтағыштардың төмен ұсақталуының тағы бір маңызды себебі – жылжымалы конустың айналу жиілігі шектеулі. Конустың ұсақталған материалға әсер ету жиілігінің жоғарылауымен өнімнің мөлшері мен масштабтау коэффициенті төмендейді, алайда жылжымалы конустың центрифугалық күші және ұсатқыштың тепе-теңдік дәрежесі тербеліс жиілігінің квадратына пропорционал артады. Сонымен қатар, бос тұрған кезде эксцентрик және оның тірегіндегі жылжымалы конус өте сенімді емес жұмыс істейді. Егер қазіргі уақытта қолданылатын серпімді амортизаторлар ұсатқыштың іргетасын ыдыраудан қорғаса, онда жылжымалы конустың білігінің эксцентриктегі айналу жиілігінде бос жүрісте айналу қаупі сақталады.

Эксцентрлік ұнтақтағыштардың технологиялық параметрлерін шектеудің маңызды себебі олардың массасы бойынша да, гранулометриялық құрамы бойынша да бастапқы материалмен біркелкі жүктелмеуіне жоғары сезімталдық болып табылады [16].

Сондай-ақ, ұсақтайтын қуыстың айналасында нәтиже материалдың біркелкі таралуына жағдай жасау маңызды.

Жылжымалы конустың үстіне орнатылған тарату ыдысы көп жағдайда материал ағынын оның ортасына беру мүмкін еместігіне немесе ыдыстың бетінде кен ұсақ түйіршіктерінің пайда болуына байланысты бастапқы материалдың таралуының қажетті біркелкілігін қамтамасыз етпейді. Мұндай жағдайларда ұсақтағыш бөлшектердегі ең жоғары кернеулермен біркелкі жұмыс істемейді және қаптаманың тозуы толқын тәрізді сипатқа ие, жергілікті кен орындарына кенді ірі кесектер түсіп кетеді. Бұған жол бермеу үшін бірқатар зауыттар қаптамамен өндеуді жүзеге асырады (олардың қызмет ету мерзіміне бір-екі рет), ұнтақтағыштардың жұмысын қымбаттатады, бірақ диірмендердің өнімділігін арттыру арқылы жалдау ақысын қамтамасыз етеді.

Эксцентрлік ұнтақтағыштардың жұмысын қарқындатудың келесі шектеу факторы - жоғары қуатты өңделген кеннің ұсақтау қуысының қайта толтырылуына байланысты олардың механизміне зақым келтіру қаупі.

Көптеген зауыттардағы кеннің сандық ағынын ұсақтағыш қолмен реттейді және ұнтақтау қуысына кірудің үстінде кен қабаты жиналмайтындай етіп таңдалады. Күшті кендерді өндеу кезінде қуат беруді одан әрі арттыру және ұсақтағышты материалмен толтырудың сөзсіз біркелкі еместігі тірек сақинасының (ТС) серіппелерінің жұмыс істеуіне, жетектегі қысымның жоғарылауына және ұнтақтағышты басуға әкеледі. Осы құбылыстарды жою үшін ұсақтағышқа аз мөлшерде кенді жеткізуге тырысады, бұл өз кезегінде басқа жағымсыз құбылыстарға әкеледі.

Жылжымалы конустың тербеліс жиілігінде (242 мин^{-1}) кеннің ұсақтау қуысында шамамен 7 рет толтырылған жағдайда қысылады. Алайда, өнімділік неғұрлым төмен болса, соғұрлым жоғары жылдамдықпен ұсақтау қуысынан өтіп, кейде оған екі-үш қысылуға ұшырайды. Бұл режим ұсақтау дәрежесінің төмендеуіне ғана емес, сонымен бірге үйкеліс бетіндегі май қабатының бір уақытта сынуы және жартылай құрғақ үйкеліске шығуы кезінде эксцентриктегі конус білігінің діріліне байланысты ұсатқыштың ресурсының күрт төмендеуіне әкеледі [10].

Осылайша, конустық эксцентрлік ұнтақтағыштардың технологиялық параметрлерін шектейтін негізгі факторларға мыналар жатады:

- конус қаптамаларының (КҚ) эллиптикалық және орталықсыздығы;
- жетекті эксцентриктегі механизмдегі жоғары радиалды саңылауларда;
- бастапқы материалмен жүктеудің біркелкі еместігіне сезімталдық;
- жылжымалы конустың тербелістерінің шектеулі жиілігі;
- қоректендірудің сандық оңтайландырудың пысықталған тәсілдері мен құралдарының болмауы.

Конустық ұсатқыштардың кең таралуы олардың ұсатқыштардың басқа түрлеріне қарағанда бірқатар артықшылықтарына байланысты, атап айтқанда:

- көлемі тапсырыс берушінің талаптарына байланысты кең ауқымда реттелетін жоғары сапалы біртекті ұсақталған өнім өндірісі;
- жетек жүйелерін автоматтандырудың жоғары деңгейіне, майлауға, жылуды басқаруға, шамадан тыс жүктемелерден сенімді қорғауға және жүк түсіруді реттеуге арналған арнайы гидравликалық құрылғыларды қолдануға байланысты жұмыс кезінде қарапайым техникалық қызмет көрсету;
- жұмыс және апаттық жүктемелерді қабылдауға қабілетті жетек пен корпусының жоғары беріктігі, сондай-ақ қаптамалардың жұмыс бетінің тозуға төзімділігі (жылжымалы және бекітілген конустардың қаптамасы) арқасында төмен техникалық қызмет көрсету);
- қуатты орталық жүктеу және өнімді түсіру арқылы қамтамасыз етілетін орнатудың қарапайымдылығы, нәтижесінде дайын өнімді беру және алып тастау үгіткіштің кез-келген жағында жүзеге асырылуы мүмкін.

Ашық циклде конусты ұсатқыштардың жұмысы кезінде алуға болатын ұсақтау өнімінің ең аз мөлшері 20...25 мм құрайды. Бұл ретте ұнтақтағыштардың өнімділігі елеу тиімділігінің шектеулі болуына және дайын материалдың бір бөлігін ұсақтауға қайтарылуына байланысты төмендейді, алайда неғұрлым ұсақ материал диірмендерінің қоректенуіне түсуі нәтижесінде олардың өнімділігі артады [8].

Конусты ұсатқыштарының біркелкі жүктелуін ұйымдастыру өнімділікті 30% - ға дейін айтарлықтай арттыруға, материалдың орташа өлшенген ірілігін 12...15% - ға төмендетуге, электр энергиясының үлестік шығынын 20% - ға дейін азайтуға және футеровка шығынын 20% - ға дейін төмендетуге мүмкіндік береді.

1.4. КҰУЖ қолдану барысында пайда болатын ақаулықтарды жоюды ұсыну және зерттеу міндеттерін белгілеу

Конустық ұсатқыштарының құрылымдық схемалары бойынша жүргізілген зерттеулердің нәтижелерін талдау негізгі міндеттерді анықтауға мүмкіндік берді, олардың шешімі жылжымалы және бекітілген конустардың қаптамаларының қызмет ету мерзімін ұлғайту арқылы өнімділікті арттыруға, ұсату камерасына ұсақталмайтын зат түскен кезде ұсатудың жұмыс процесінің тоқтауын болдырмауға ықпал етеді.

Диссертация тақырыбына сәйкес келесі зерттеу тақырыптары тұжырымдалды:

- екінші ретті конустық ұсақтаудың эксцентриктік ұсатқышын ұсақтау шамасы бойынша ұсақталмайтын заттың қозғалысының математикалық моделін құру;

- екінші ретті конустық ұсатқыштың ұсату камерасына ұсақталмайтын заттың теріс әсерінен қорғайтын көпфункционалды гидропневматикалық жүйенің принципті гидравликалық схемасын әзірлеу;

- конустық дроссельдің ұтымды құрылымдық параметрлерін негіздеу, атап айтқанда жылжымалы және бекітілген конустардың қаптамаларының жұмысшы шыңдарының деформациясын азайтуға мүмкіндік беретін көп функциялы гидропневматикалық қорғаныс жүйесінің дизайнын негіздеу;

- ұсақтау камерасын қорғау жүйесінің ұтымды параметрлерін таңдауға және конустық эксцентрлік ұсақтағыштың негізгі түйіндерінің кернеулі - деформацияланған күйін ескеруге мүмкіндік беретін техниканы құру.

Осы ғылыми-техникалық міндеттерді шешу жылжымалы және жылжымайтын конустардың қаптамаларының қызмет ету мерзімін ұлғайту, ұсақтау камерасына ұсақталмайтын зат түскен кезде ұсақтау процесінің тоқтауын болдырмау есебінен ұсақтау конусты ұсатқыштардың өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді [18].

2 КҰУЖ ұсақтау камерасы арқылы ұсақталмайтын дененің қозғалыс траекториясын модельдеу

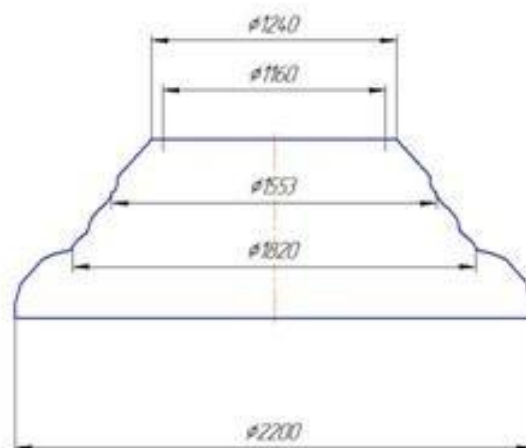
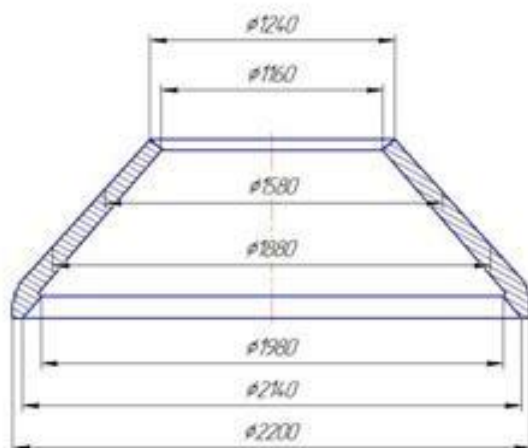
2.1 Ұсатқыштың жұмыс процесін талдау

Конустық ұсақтағыштарды пайдалану барысында көп қиындықтар шарлар, қаптамалау кезінде ұсақтағыш жабдықтың ішінде қалып қалған болттар немесе темір қалдықтары тосағанша мен КБ-ның арасына тұрып қалу әсерінен пайда болады. Бұл өз кезегінде процесске айтарлықтай зиян келтіруі мүмкін.

Біз «KazMinerals» Aktogay кәсіпорындарындағы ұсатқыштардың жай - күйіне нақты зерттеулер жүргіздік. Жөндеу жұмыстарын жүргізу кезінде 2.1, 2.2, 2.3, 2.4-суреттерде және 2.1-кестеде көрсетілген конус пен тостағанның қаптамасынан үлкен ақаулар анықталды. Тостаған сауытының едәуір үлкен бетінде ойықтардың болуы материалдың беріктігі қаптаманың үлкен беріктігімен ұсатқышқа ұсақталмайтын заттардың түсуімен түсіндіріледі.



2.1 Сурет - Ұсақтау камерасында ұсақталмайтын затты сынаған кезде КҚ-ның деформациялануы



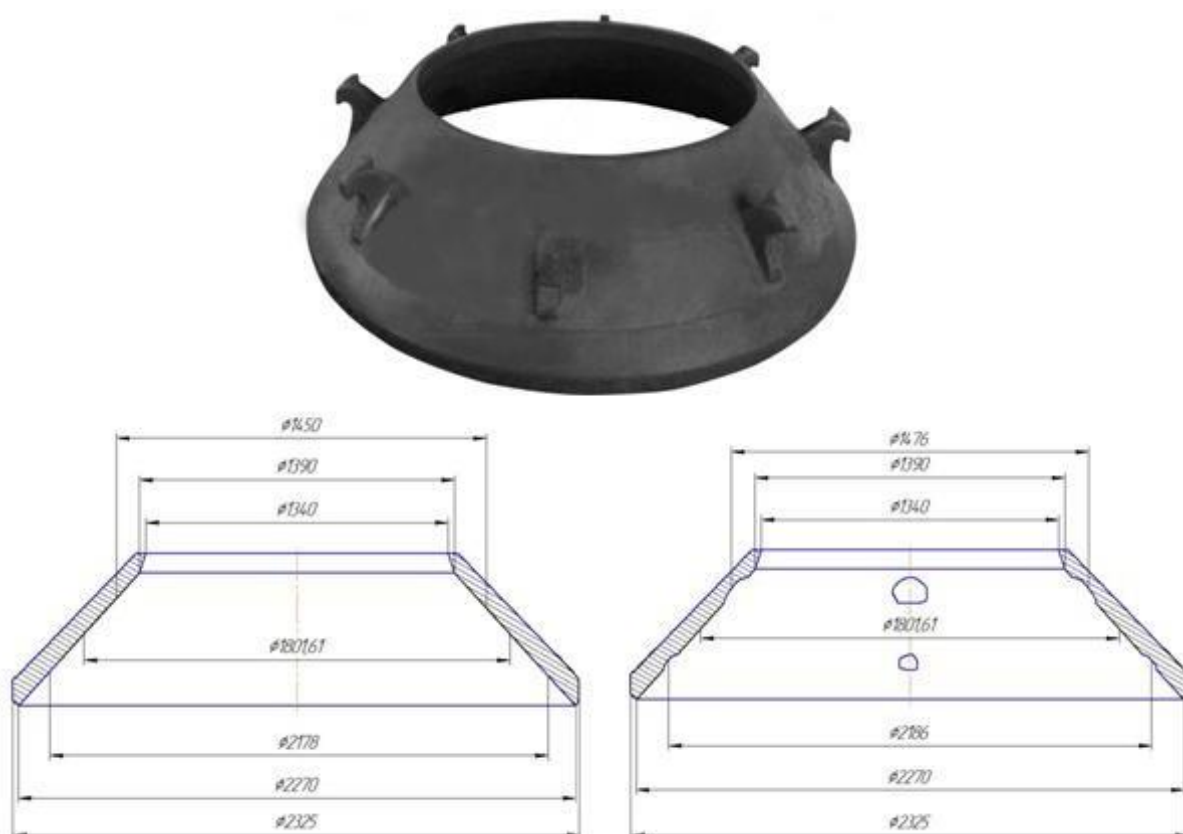
2.2 Сурет - Жылжымалы конустың қаптамасының жұмыс беті деформацияланғанға дейінгі және кейінгі мөлшерлік сұлбасы

2.1 Кесте - Тозған қаптаманы көзбен өлшеу кезінде алынған нәтижелер

№	Ұзындығы, мм	Ені, мм	Тереңдігі, мм	№	Ұзындығы, мм	Ені, мм	Тереңдігі, мм
1	23	14	4	13	9	6	3
2	18	8	6	14	5	5	1
3	19	17	8	15	15	9	1
4	31	21	18	16	7	7	4
5	53	14	10	17	12	9	5
6	5	5	4	18	17	8	6
7	5	5	5	19	8	6	2
8	18	19	2	20	24	16	6
9	32	15	8	21	4	4	1
10	4	4	2	22	6	4	1
11	3	3	3	23	29	10	3
12	13	5	1				



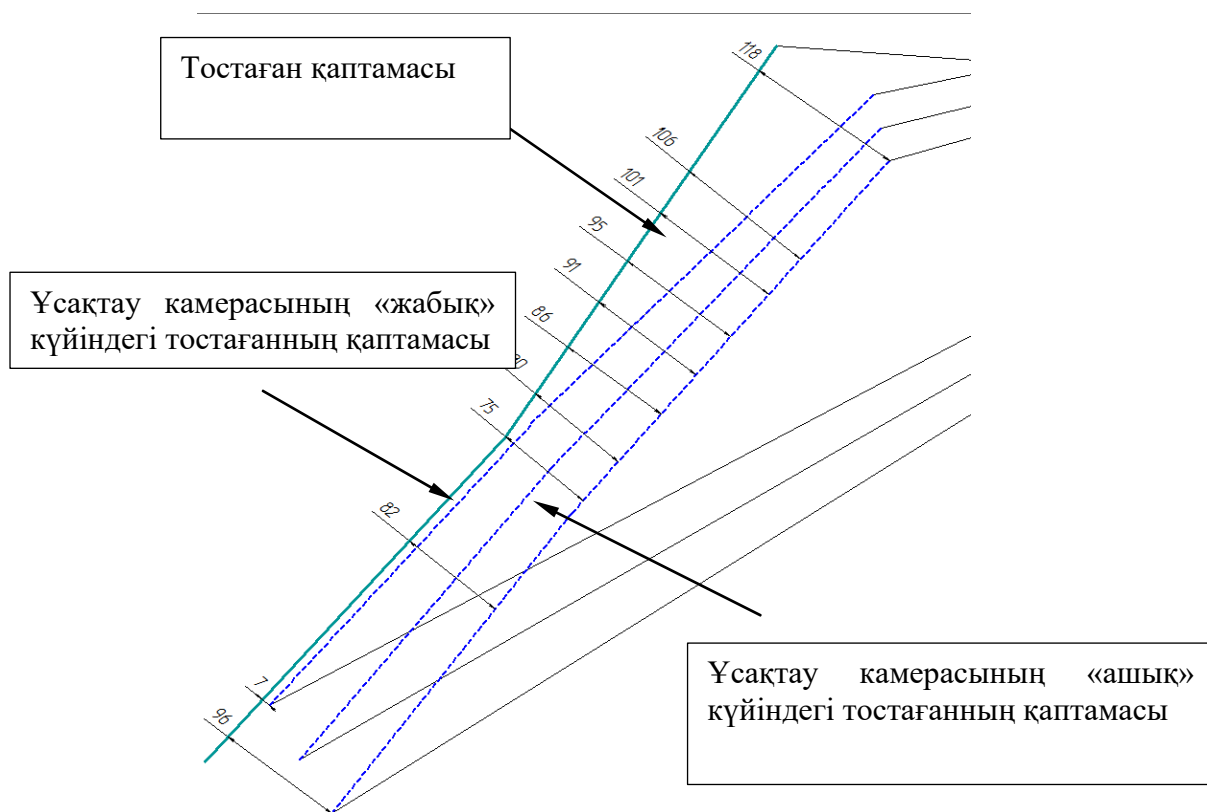
2.3 Сурет - Ұсақтау камерасында ұсақталмайтын зат түскен кездегі тостаған қаптамасының (ТҚ) бетінде пайда болған деформация



2.4 Сурет - ТҚ жұмыс беті деформацияланғанға дейінгі және кейінгі мөлшерлік сұлбасы

Ұсақтау камерасындағы ұсақталмайтын затты тоқтатудың дәлелі 2.5-суретте көрсетілген CR-102 ұсатқышты ұсақтау камерасының Өлшем схемасы. Өлшемі 75 мм - ден аспайтын зат ұсақтау камерасының параллель аймағына кіре алмайды. Ол қабылдау аймағының тиісті бөлімінде тоқтайды және қозғалмалы конустың қаптамасымен бірге қозғалыс жасайды, ұсақталмайтын затты көбірек жауып, жылжымалы және қозғалмайтын конустардың қаптамасымен бетін деформациялайды [19].

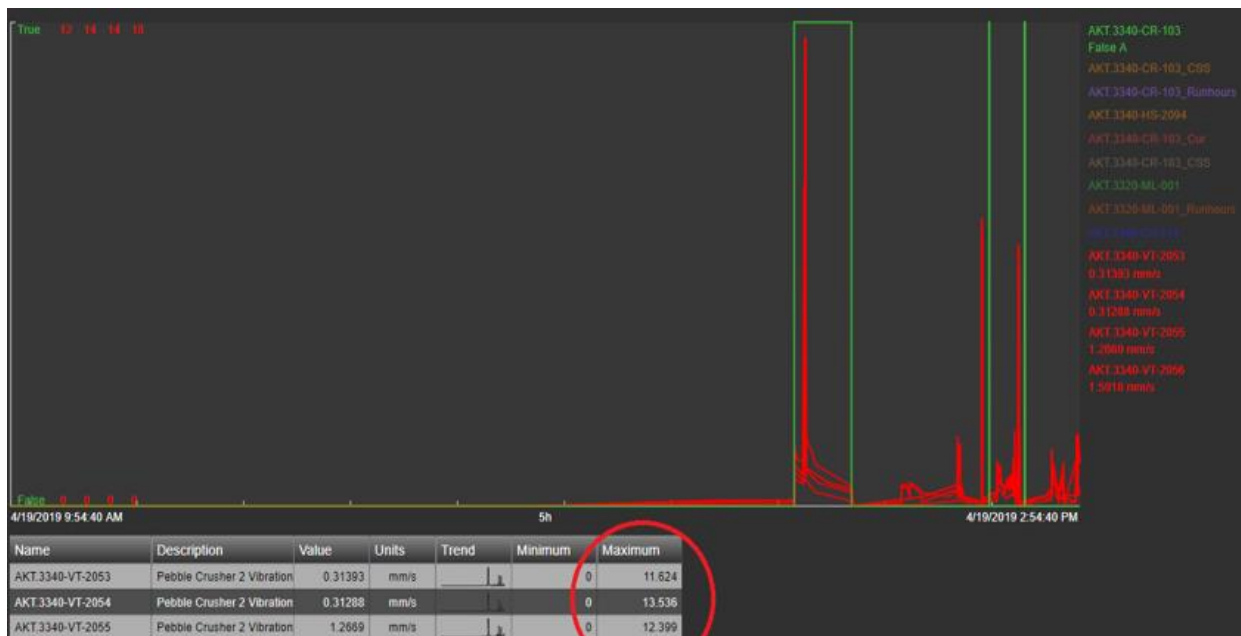
Конусты ыдысқа жақындағаннан кейін, ұсақтағышқа ұсақталмайтын зат түскен кезде, одан әрі қозғалғанда, конус тостағанға ұсақталматын зат арқылы әсер етіп, тостағанды және олармен байланысты ұсақтағыш элементтерін белгілі бір бұрышқа жылжытады. Эксцентриктің жеңі конустың жабық күйден кетуімен бір уақытта бұрылған кезде, ТС-ның серіппелері түсе бастайды, тостағанның қаптамасы конустың қаптамасы сияқты қозғала бастайды және ұсақталмайтын затты қысылған күйден босатпайды.



2.5Сурет - CR-102 конусты ұсатқыш камерасының өлшем схемасы

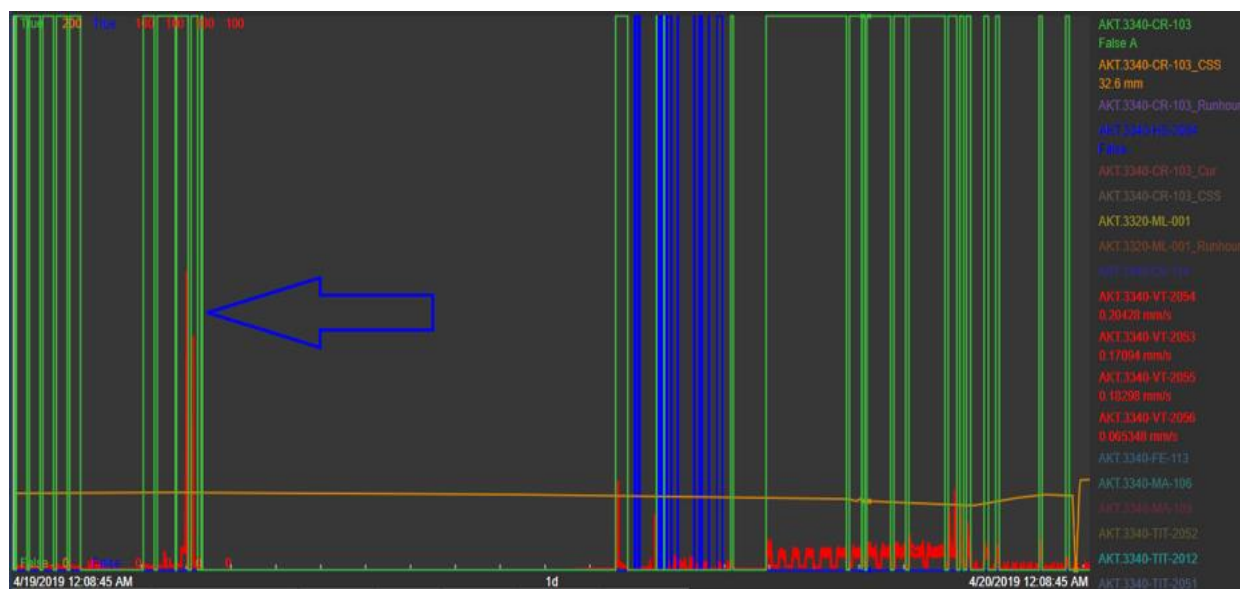
а) Crusher іске қосылғанда ішінде шарлармен жұмыс істеді.

Ұсақтағышты іске қосқаннан кейін бірден ұсақтағыштың ішінде орнатылған 3340-VT-2053/2054/2055 датчиктерінде дірілдің жоғары деңгейі тіркелді. Дірілдің мәні 16 мм/с болды, ал жоғарғы шегі 10 мм /С болды. Мұның дәлелі-қаптаманың футеровкасындағы шарлардың іздерінің болуы.



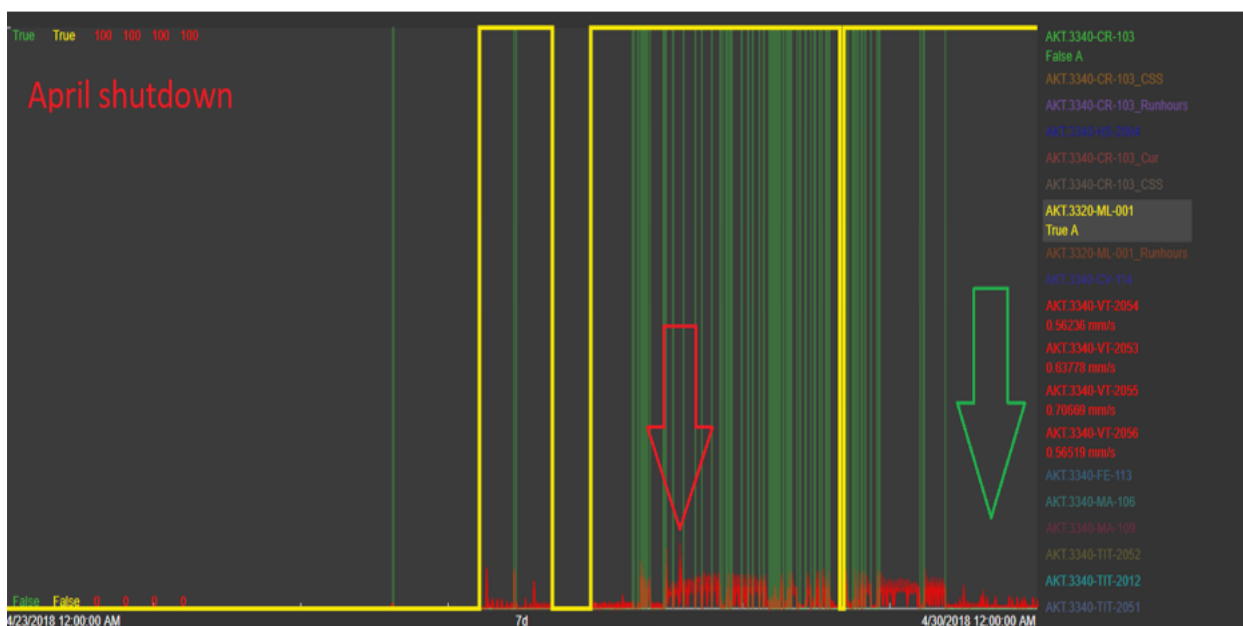
2.6 Сурет - Ұсақтағышта дірілдің жоғары деңгейі 13:37.

б) Ұсақтағыш 23.7 мм саңылаумен және саңылау режимінсіз іске қосылды. Ұсақтағышты іске қосқан сәттен бастап бірінші металл ұсақтағышқа (көк жебе) түскен кезде саңылау режимі белсендірілмеген. Бұл ретте шар мөлшері < 79 мм, ұсақтағыш саңылауы арқылы физикалық өту мүмкін емес. Саңылау режимі Қолмен белсендірілмеген (көк көрсеткі), ал кездейсоқ металл ұсақтағыш арқылы өткен кезде автоматты түрде белсендірілген.

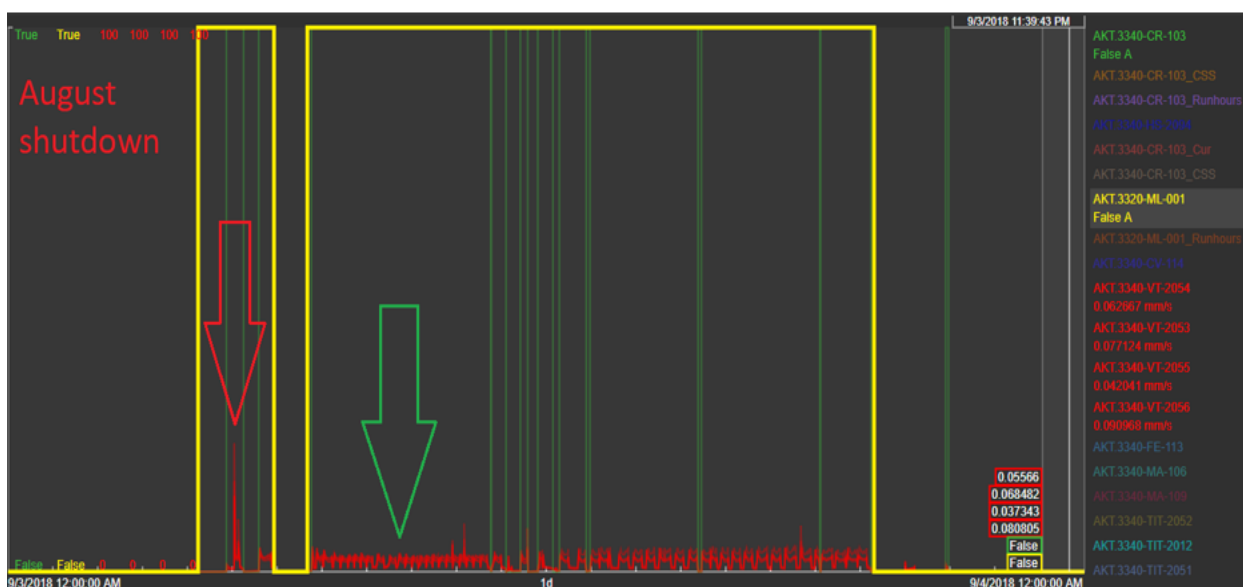


2.7 Сурет - Тазалау режимін кеш іске қосу.

с) Ұнтақтау жабдығын қайта өлшеп болғаннан кейін ұнтақтаушы тексерілмеген және металдан тазартылмаған.



2.8 Сурет - Сәуірде қайта футеровкалаудан кейін металдың болуы



2.9 Сурет - Тамызда қайта футеровкалаудан кейін металдың болуы

Конусты және тостағанды ұсақталмайтын затпен қысқанда, оны тостағанның немесе конустың қаптамаларымен бетіне басады. Конустың және тостағанның қаптамаларымен ұсақталмайтын заттың келесі қысылуымен дененің қаптамаға ену аймағы ұлғаяды және 2.1 - 2.5-суретте көрсетілген деформациялық аймақ пайда болады. Осы аймаққа кіргенде, ұсақталған материалдың бөліктері құлап кетпейді, нәтижесінде ұсақтау өнімінің құрамының нашарлауы байқалады.

2.2 Ұсақталмайтын заттың қаптаманың деформациясына әсерін төмендету бойынша конструктивті ұсыныстар келтіру

Ұсақталмайтын зат соғылған кезде қаптаманың деформациясын азайту үшін ұсынылған идея келесідей.

ТС-ның конусы ауытқығаннан кейін сақинаны белгіленген уақытта ашық күйде бекітуді қамтамасыз етеді.

Ұсақтау камерасының профилі жоғарыдан төменге қарай азаяды, сондықтан ұсақталмайтын заттың екінші қысылуы және ТС-ның бірінші қысылуға қарағанда үлкен бұрышқа ауытқуы мүмкін. Екінші позицияда ТС да бекітілген.

Қазіргі уақытта отандық өндірістің конустық ұсатқыштарында серіппелі пакеттер қысқыш элементтер ретінде қызмет етеді, оларды бекіту қиын. Сондықтан біз гидравликалық цилиндрлерді гидропневмакумуляторлармен бірге қолдануды ұсындық (суретті қараңыз. 3.1). Бұл жағдайда бекіту басқару жүйесімен жүзеге асырылады, ол ГЦ-дің қуыстарын бекітетін позицияға гидравликалық шектегішті ауыстыру арқылы ТС белгіленген уақытта ашық күйде бекітуді қамтамасыз етеді [22].

Тостаған және реттеу сақинасының түйіні негізгі рамада қысым түсіру клапандарымен жабдықталған бірнеше гидравликалық поршеньдермен ұсталады. Егер кездейсоқ түскен материал конус пен тостағанның арасында жабылса, гидравликалық май поршеннен май жинағышқа қайта шығарылады. Сол уақытта, тостаған саңылауды арттыру үшін жеткілікті жоғары көтерілуге мүмкіндік береді және материалдың пайда болған саңылау арқылы өтуіне мүмкіндік береді. Раманың жоғарғы бөлігінен шығатын негізгі раманың штифтері жұмыс кезінде реттеу сақинасының айналуын болдырмайды. Олар сондай-ақ реттеу сақинасын көтеру немесе көлбеу кезінде сақинаны бастапқы қалыпқа қайтару үшін бағыттаушы ретінде қызмет етеді.

Кездейсоқ болат металл өткеннен кейін және ұсақтау күшін қалпына келтіргеннен кейін гидравликалық қысым реттеу сақинасын өз орнына тұруға мәжбүрлейді. Содан кейін ұсақтаушы бұрынғыдай жұмыс істейді. Егер ұсақтағышта ұсақтауға келмейтін материалдың үлкен бөлігін атып тастаса және ұсақтағыштың қозғалтқышын ажыратып тастаса, онда болат материалды жою үшін жоғарыда сипатталған қуысты босату және тазартудың гидравликалық механизмі қолданылады. Гидравликалық домкраттар тостағанды қатқан материал құлап кеткенге дейін немесе тостағанды бұғаттауға және қатқан затты қауіпсіз алып тастауға болатын нүктеге дейін жоғары көтереді.

2.3 Ұсақтау камерасында ұсақталмайтын заттың қозғалысы кезінде КҰУЖ-ның жұмыс процесін компьютерлік модельдеу

Ұсату камерасы бойынша ұсақталмайтын заттың қозғалысы кезіндегі конустық ұсатқыштың жұмыс процесінің сипаттамасы

Конустың осі ұсақтағыштың осіне сәйкес келсе оның позициясы бейтарап болып саналады.

Ұсату камерасының жабық орналасуы - конустың қаптамасы тостаған қаптамасына барынша жақындауы кезінде жүзеге асырылады.

Ұсақтау камерасының ашық орналасуы - КҚ тостағанның қаптамасынан ең көп алып тастағанда жүзеге асырылады.

Ұсақталмайтын заттың қозғалысының математикалық моделі - бұл материалдық өрнектер жиынтығы және оларды шешу алгоритмі, бұл ұсақталмайтын заттың қозғалыс траекториясының барлық нүктелерін және қозғалыс элементтерінің қозғалысын есептеуге мүмкіндік береді.

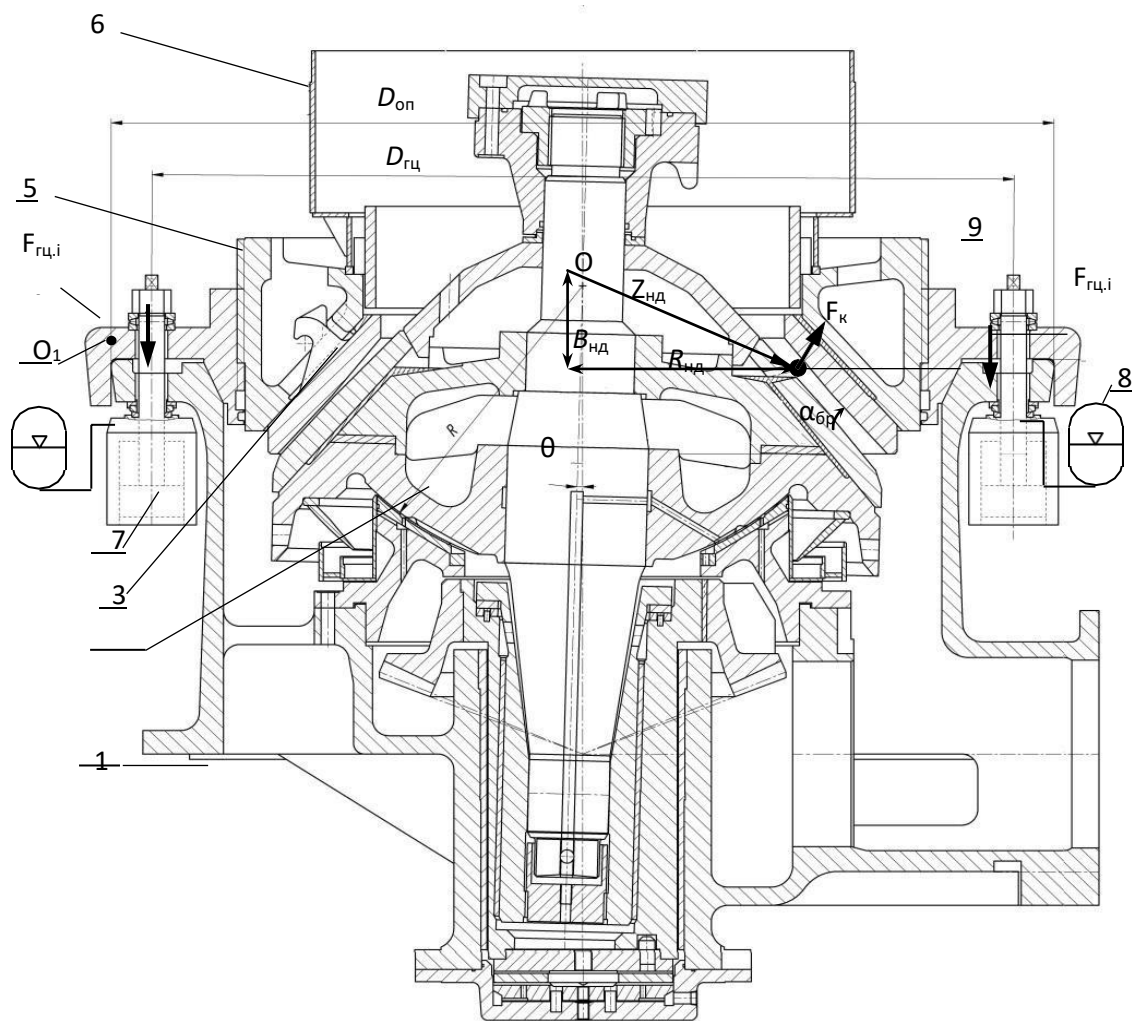
Жұмыс процесін сипаттау үшін біз әдетте тік жазықтықта кесу арқылы бейнеленген есептеу схемасын қолданамыз (сурет. 2.10). Схеманың сол жағында ұсақтау камерасының жабық позициясы, ал оң жағында ашық. Эксцентрикті бұру кезінде конустың қаптамасының орын ауыстыруы және ұсақтау камерасының оны ашық күйден жабық күйге ауыстыруы орын алады.

Ұсақтау күші гидравликалық цилиндрлердің 7 өлшемдерімен және аккумулятордағы жұмыс сұйықтығының қысымымен анықталады 8. Аккумуляторлар гидравликалық цилиндрдің жұмыс қуысына үнемі қосылып отырады және ТС ұсақтағыш корпусына қажетті қысу күшін қамтамасыз етеді.

Ұсақталмайтын зат ұсақтау камерасына түскен кезде жылжымалы конус тірек 4 және реттегіш 5 сақиналары бар тостағанның сауытын, сондай-ақ 6 жүктеу бөлігінің олармен байланысты элементтерін жылжытады. ТС-ның қозғалысы О1 нүктесіне қатысты айналу арқылы жүреді. ТС бұрылғанда ГЦ-лер штоктары жылжиды және сұйықтық көлемін гидроаккумуляторларға (ГА) ығыстырады, соның есебінен ГА-да қысым ұлғаяды. Штоктардың қозғалу шамасы ұсақталмайтын заттың мөлшеріне және оның ұсақтау камерасында орналасуына байланысты болады.

Эксцентрикті одан әрі бұру кезінде конус оң бағытта қозғала бастайды, тостағанның қаптамасы конустың артынан ТС корпусының бетімен үйлескенге дейін жылжиды[23].

Тостағанның қаптамасы қозғалғанда, ұсақталмайтын заттың конустық қаптамамен бірлескен қозғалысы да, оның артта қалуы да мүмкін. Бірлескен қозғалыс кезінде ұсақталмайтын зат қаптамалар арасында қысылып қалады және ұсатқыштан түсіру үшін төмен қарай қозғалмайды. Бұл жағдайда гидравликалық жүйе іске қосылады яғни гидравликалық цилиндрлер жабдықтың жоғарғы бөлігін тостағанның қаптамасымен бірге көтереді, ұсақталмайтын зат ұсақтау камерасынан өтеді.



1 – ұсатқыш корпусы; 2 - конус; 3 – тостағанның қаптамасы; 4 – ТС; 5 – реттеуші сақина; 6 – жүктеу бөлігі; 7 – ГЦ-лер; 8 – гидропневмоаккумуляторлар; 9 – ұсақталмайтын дене $D_{оп}$ – ТС-ның диаметрі; $D_{гц}$ – гидравликалық цилиндрлер штоктарының орналасу диаметрі; $R_{нт}$ – суспензия нүктесінен ұсақталмайтын денеге дейінгі радиус; O - суспензияның шартты нүктесі (конустың тірек бетінің қисықтық орталығы); O_1 – ТС-ның айналу нүктесі; $F_{гц,i}$ - ГЦ-дің i -штокындағы күш; F_k – конустан тостағанның сауытына ұсақталмайтын дене арқылы берілетін күш; γ -нутація бұрышы.

2.10 – Сурет - Жабдық параметрлерін есептеу схемасы:

O_1 нүктесіне қатысты ТС-ның айналу жылдамдығы гидравликалық цилиндрлердегі күштердің әсерінен O нүктесіне қатысты конустың айналу жылдамдығынан аз болса, қозғалыс мүмкіндігі артта қалуы мүмкін. ТҚ КҚ-нан артта қалу кезінде ұсақталмайтын зат келесі қысылуға дейін төмендейді.

Көрсетілгендердің ең тиімді нұсқасын анықтау үшін біз ұсақтау камерасы арқылы ұсақталмайтын заттың траекториясының тақырыптық моделін құрамыз және ұсақтағыш түйіндерінің өзара әрекеттесуін бағалаймыз.

Ұсақталмайтын заттың қозғалыс процесі бірнеше жұмыс циклдерінен тұратын процесс ретінде қарастырылады. Жұмыс циклі дегеніміз ұсақтайтын конустың тербеліс кезеңі.

Ұсақтау камерасы арқылы заттың қозғалу процесі бірнеше жұмыс циклын алады. Циклдердің саны ұсақталмайтын заттың мөлшерімен, конустың тербеліс жиілігімен және ұсақтау камерасының геометриялық өлшемдерімен анықталады. Ұсақталмайтын заттың кейбір өлшемдерінде әр жұмыс циклінде қысу операциясы болады, ал басқаларында – жұмыс циклдерінің бір бөлігі немесе олардың барлығында мұндай операция болмайды.

Жоғарыда айтылғандарды ескере отырып, жұмыс циклдерін екі топқа бөлуге болады:

1-қысылған циклдар; 2-қысылмаған циклдар.

1-ші топтың жұмыс цикліндегі ұсақтау камерасындағы ұсақталмайтын заттың қозғалысы кезеңдерден тұрады:

- камераға кіруден конустың қаптамасымен кездесу нүктесіне дейін ұсақталмайтын заттың еркін құлауы;

- конустың сауыты бойынша ұсақталмайтын заттың салыстырмалы қозғалысы (сырғуы) және оның конуспен бірге ыдысқа тасымалданатын қозғалысы;

2-ші топтың жұмыс цикліндегі ұсақтау камерасындағы ұсақталмайтын заттың қозғалысы кезеңдерден тұрады:

- камераға кіргеннен кейін конустың қаптамасымен кездесу нүктесіне дейін ұсақталмайтын заттың еркін құлауы;

- конустың қаптамасы бойынша ұсақталмайтын заттың салыстырмалы қозғалысы (сырғуы) және конустың ыдыспен жақындасу фазасының соңына дейін конуспен бірге ыдысқа оның тасымалды қозғалысы;

- конусты ыдыстан кезекті алып тастау фазасынан бастап, қаптаманың түзуші беті бойында жиналған конусты тез арада бөліп, дененің конустың қаптамасымен кездесуімен аяқталатын дененің еркін қозғалысы;

- ұсақталмайтын затты конустың қаптамасымен бірге тостағанға жылжыту;

- конусты ыдыстан шығарудың келесі кезеңінен бастап ұсақталмайтын затты ұсақтау камерасынан түсіру [1].

Гидравликалық жүйенің параметрлері мен қуат параметрлерін есептеу.

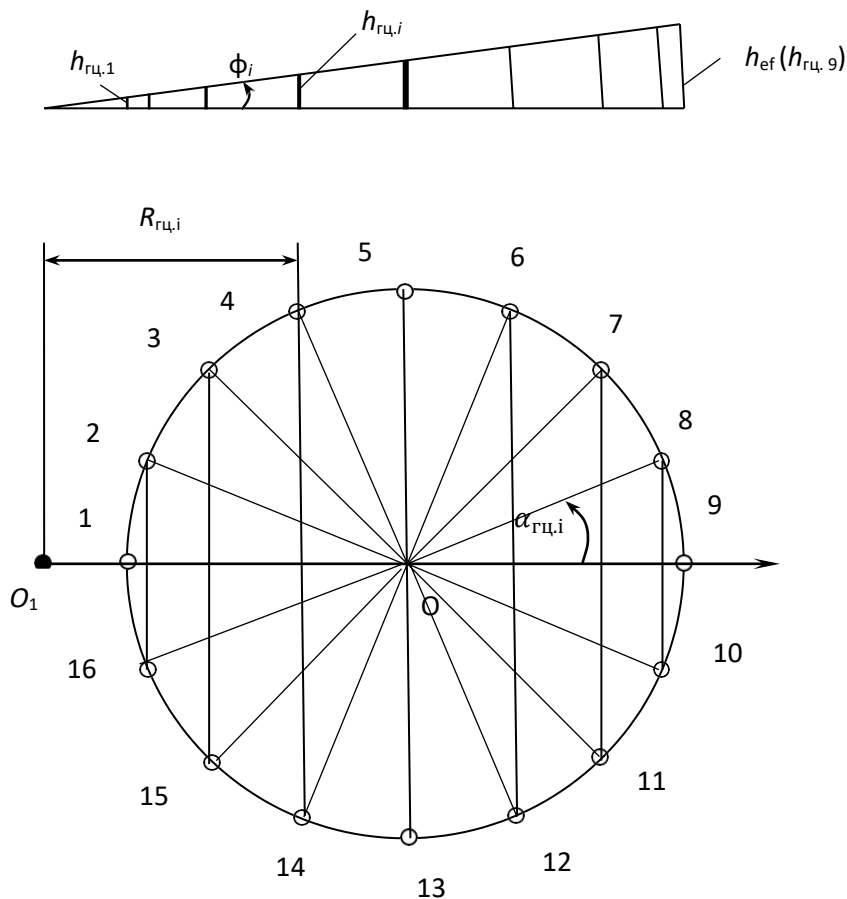
Ұсақтау күші тостағанның қаптамасы бетіне перпендикуляр әрекет етеді. Бұл күштің көлденең компоненті ұсатқыштың корпусына беріледі және ұсатқыштың корпусымен қабылданады, ал тік компонент гидравликалық цилиндрлердің күшімен қамтамасыз етілуі керек (сурет. 2.10).

$$F_{\text{др.гор}} = F_{\text{др}} \cdot \sin \gamma_{\text{ч1}} , \quad (2.1)$$

$$F_{\text{др.верт}} = F_{\text{др}} \cdot \cos \gamma_{\text{ч1}} . \quad (2.2)$$

Ұсақтау күшін қамтамасыз етуге арналған І-ші ГЦ штоктағы күш:

$$F_{гц,i} = F_{др.верт} / N_{гц}. \quad (2.3)$$



2.11 Сурет - Гидравликалық цилиндрлер өзектерінің қозғалысын есептеу схемасы

Ұсақтау күшін қамтамасыз ету үшін ГЦ-дің өзек қуысындағы сұйықтықтың қысымы

$$P_{гц} = 4F_{гц,i} / \pi (D_{гц}^2 - d_{шт}^2) = 4F_{гц,i} / \pi D_{гц}^2 (1 - k^2), \quad (2.4)$$

мұндағы $D_{гц}, d_{шт}$ – поршень мен ГЦ штогының диаметрі; қысымның берілген мәні бойынша

$$D_{гц} = \sqrt{\frac{4F_{гц,i}}{\pi P_{гц}(1 - k^2)}}. \quad (2.5)$$

Штоктың ең жоғары орын ауыстыруы кезінде ГА-ға түсетін сұйықтықтың көлемі.

Аккумулятордың параметрлерін есептеу:

$$V_{\text{ж}} = V_{\text{ж.н}} + L_{ef} \pi (D_{\text{гц}}^2 - d_{\text{шт}}^2)/4, \quad (2.6)$$

мұндағы $V_{\text{ж.н}}$ - ТС басылған кезде көлемді ағып кетуді толтыру үшін аккумулятордағы сұйықтықтың резервтік көлемі.

Аккумулятордың құрылымдық көлемі:

$$\frac{V_{\text{ж}}}{V_{\text{к}}} = \left(1 - \frac{P_{\text{гц}}}{P_{\text{max}}}\right), \quad (2.7)$$

мұндағы P_{max} – ГА-дағы оның көлемін анықтау кезінде берілетін ең жоғары қысым.

Максималды қысым мәнін орнату арқылы аккумулятордың құрылымдық көлемін анықтауға болады:

$$V_{\text{к}} = \frac{V_{\text{ж}}}{\left(1 - \frac{P_{\text{гц}}}{P_{\text{max}}}\right)}. \quad (2.8)$$

Онда сұйықтық көлемі өзгерген кездегі ГА-дағы қысым:

$$P_{\text{гц},i} = P_{\text{гц}} \frac{V_{\text{к}} - V_{\text{ж.н}}}{V_{\text{к}} - (V_{\text{ж.н}} + V_{\text{ж},i})}, \quad (2.9)$$

мұндағы $V_{\text{ж},i}$ - ТС бұру арқылы өзегін жылжытқан кезде i -м ГЦ-мен берілетін сұйықтықтың көлемі:

$$V_{\text{ж},i} = h_{\text{гц},i} \pi (D_{\text{гц}}^2 - d_{\text{шт}}^2)/4. \quad (2.10)$$

i -м ГЦ жасаған күш:

$$F_{\text{гц},i} = P_{\text{гц},i} \pi (D_{\text{гц}}^2 - d_{\text{шт}}^2)/4. \quad (2.11)$$

ТС-на әсер ететін ГЦ-лердің жиынтық күші:

$$F_{\text{гц.сум}} = \sum_{i=1}^{N_{\text{гц}}} F_{\text{гц},i}. \quad (2.12)$$

ТС бұру кезінде O_1 нүктесіне қатысты жалпы момент:

$$M_{\text{ГЦ.сум}} = \sum_{i=1}^{N_{\text{ГЦ}}} F_{\text{ГЦ.}i} \cdot R_{\text{ГЦ.}i.x} . \quad (2.13)$$

O_1 нүктесінен $F_{\text{ГЦ.сум}}$ гидравликалық цилиндрлерінің жиынтық күшінің нәтижесі:

$$X_{\text{ГЦ.сум}} = M_{\text{ГЦ.сум}} / F_{\text{ГЦ.сум}} . \quad (2.14)$$

Ұсақтау күшінің вертикальді құрауышынан момент пен моменттің ұстап тұратын ГЦ-інің статикалық тепе-теңдік шарты бойынша ұсақталмайтын дененің орналасқан жеріндегі қаптамалардағы күш:

$$M_{\text{ГЦ.сум}} = F_{\text{др}} \cos \gamma_{\text{ч1}} \cdot R_{\text{ид}} , \quad (2.15)$$

$$F_{\text{др}} = \frac{M_{\text{ГЦ.сум}}}{\cos \gamma_{\text{ч1}} \cdot R_{\text{ид}}} . \quad (2.16)$$

Конус тостағанның қаптамасынан шыққан кезде гидравликалық цилиндрлердің күшінің әсерінен ТС мен онымен байланысты элементтердің қозғалысы [2].

Циклдың екінші кезеңінде конустың ыдыстан шығуы кезінде тостағанның қаптамасы ұсақталмайтын затпен максималды ауытқып кеткеннен кейін, гидравликалық цилиндрлердің өзекшелеріндегі күштің әсерінен ТС мен онымен байланысты элементтер де қозғалады.

Элементтері бар ТС-ның айналмалы қозғалысының теңдеуі:

$$M_{\text{ок.возвр}} = J_{\text{ок}} \cdot \frac{d\omega_{\text{ок.возвр}}}{dt} , \quad (2.17)$$

мұндағы $M_{\text{ок.возвр}}$ - ТС элементтермен қайтарған кезде ГЦ штоктарындағы күш моменті;

$\omega_{\text{ок.возвр}}$ – ТС элементтермен қайтарған кезде бұрыштық айналу жылдамдығы.

2.4. Ұсақтау камерасы бойынша ұсақталмайтын заттың қозғалыс моделінің алгоритмін әзірлеу

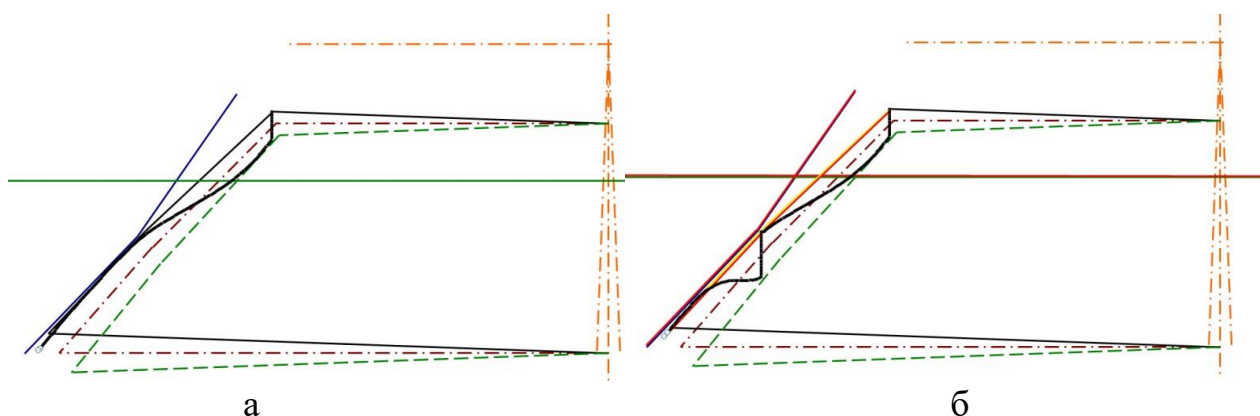
Бағдарлама әзірленген Алгоритм (А – қосымшасы), блок қағидаты бойынша ұйымдастырылған. Жеке процедуралар ұсақтау камерасы арқылы ұсақталмайтын дененің өту процесін құрайтын кезеңдерді құрайды. Алгоритм А – қосымшасында көрсетілген және келесі блоктарды қамтиды:

- 1) эксцентрілік төлкемен конустың тербелмелі қозғалысы;
- 2) ұсақтау камерасына кіргеннен кейін конустың қаптамасымен кездескенге дейін ұсақталмайтын заттың құлауы;
- 3) ұсақталмайтын заттың ағымдағы жағдайындағы қаптамасы арасындағы қашықтықты есептеу;
- 4) конустың қаптамасы бойынша ұсақталмайтын заттың сырғуы;
- 5) конус пен тостағанның қаптамалары арасында қысу және ТС көтеру.

2.5 Әзірленген алгоритм бойынша ұсақтау камерасы арқылы ұсақталмайтын заттың өтуін зерттеу нәтижелері

Есептеулер нәтижесінде конустық ұсатқыштың ұсату камерасы арқылы ұсақталмайтын материалдың қозғалысының көрнекі траекториялары алынды және тиісті тұжырымдар жасалды.

5 мм өлшемді заттың өтуі, бұл операция параллель аймақтың өлшемінен кем емес заттың өтуін тексеру үшін жасалған. Есептеу нәтижесінде алынған ұсақталмайтын заттың траекториясы 2.12 (а) суретте көрсетілген, онда өлшемдері параллель аймақтағы қаптама арасындағы қашықтықтан аз немесе оған тең зат ұсақтау камерасына кептеліп қалмайтындығы тексерілді.



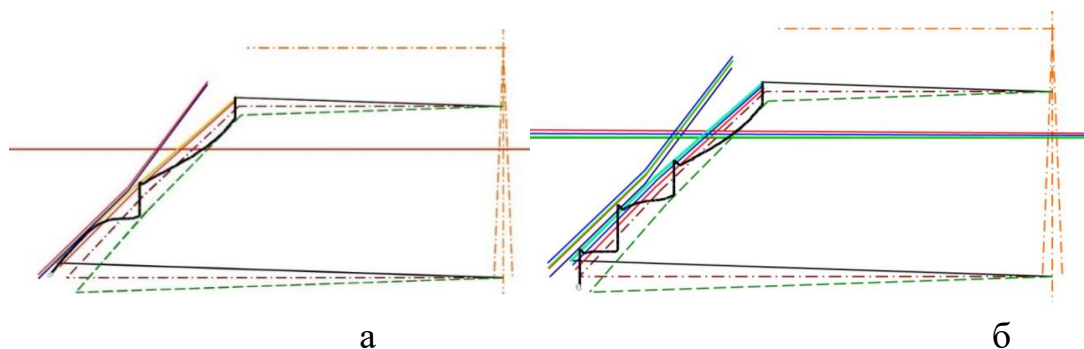
2.12 Сурет - Көлемі 5 мм заттың қозғалыс траекториясы (а). Көлемі 10 мм заттың қозғалыс траекториясы (б)

2.12 (б) суретте толық емес $d_{\text{ндп}} = 10$ мм болатын ұсақталмайтын материалдың траекториясы көрсетілген және ұсақталмайтын зат параллель аймаққа кіре берісте бір рет қысылып, параллель аймақтың төменгі бөлігінде бекітілуі мүмкін (2.1 кесте).

2.1 Кесте - $d_{\text{ндп}} = 10$ мм кезінде ТС-ның ауытқуы

Көрсеткіштердің атауы		Мәні
ТҚ-ның жоғарғы нүктесі, мм	$X_{\text{ч1}}$	744,7
	$Y_{\text{ч1}}$	97,3
ТҚ-ның ортаңғы нүктесі, мм	$X_{\text{ч2}}$	945,2
	$Y_{\text{ч2}}$	389,9
ТҚ-ның төменгі нүктесі, мм	$X_{\text{ч3}}$	1170,5
	$Y_{\text{ч3}}$	631,5
ГЦ штогының ең жоғары көтерілу биіктігі, мм	$H_{\text{ГЦ}}$	5,1
ТС-ның і бұрылу бұрышы, град	φ	0,088
ТС-ның көтерілу нүктесінің биіктігі, мм	$H_{\text{оп}}$	5,3

2.13 а суретте $d_{\text{ндп}} = 20$ мм ұсақталмайтын заттың қозғалыс траекториясы көрсетілген және зат параллель аймаққа кіре берісте бір рет қысылып, параллель аймақтың төменгі бөлігіндегі кептелуді қоспағанда, ГЦ өзегінің айналу нүктесінен 10,7 мм қашықтықта жылжуға әкелетіні 2.2 кестеде есептеу нәтижелерін көрсетеді.



2.13 Сурет - Көлемі 20 мм заттың қозғалыс траекториясы (а). Көлемі 40 мм заттың қозғалыс траекториясы (б)

2.2 Кесте - $d_{\text{ндп}} = 20$ мм кезінде ТС-ның ауытқуы

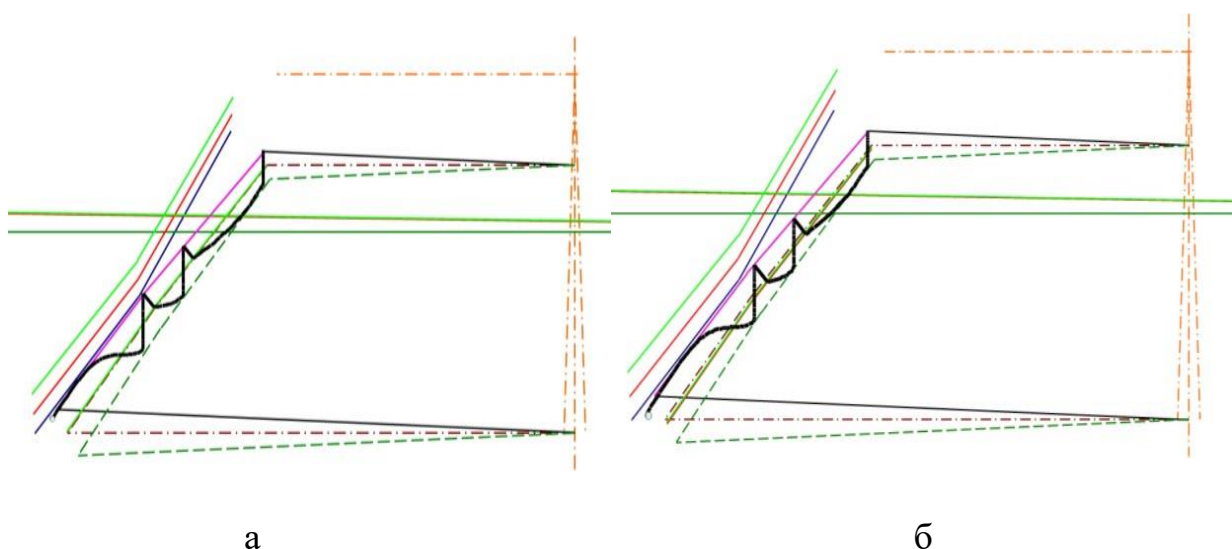
Көрсеткіштердің атауы		Мәні
ТҚ-ның жоғарғы нүктесі, мм	$X_{\text{ч1}}$	744,4
	$Y_{\text{ч1}}$	93,0
ТҚ-ның ортаңғы нүктесі, мм	$X_{\text{ч2}}$	945,3
	$Y_{\text{ч2}}$	385,4
ТҚ-ның төменгі нүктесі, мм	$X_{\text{ч3}}$	1171,1
	$Y_{\text{ч3}}$	626,6
ГЦ штогының ең жоғары көтерілу биіктігі, мм	$H_{\text{ГЦ}}$	10,7
ТС-ның і бұрылу бұрышы, град	φ	0,184
ТС-ның көтерілу нүктесінің биіктігі, мм	$H_{\text{оп}}$	11,2

2.13 (б) суретте қалыңдығы $d_{\text{ндп}} = 40$ мм болатын ұсақталмайтын заттың траекториясы көрсетілген және зат бөлшек аймағының төменгі бөлігінде бір рет қысылып, параллель аймақтың төменгі бөлігінде кептелуді қоспағанда, ГЦ-клердің үш өзегін 40,3 ММ кеңейтуге әкелетіні көрсетілген. 2.3 кестеде есептеу нәтижелерін көрсетеді.

2.3 Кесте - $d_{\text{ндп}} = 40$ мм кезінде ТС-ның ауытқуы

Көрсеткіштердің атауы		Сынақ нөмірі		
		1	2	3
ТҚ-ның жоғарғы нүктесі, мм	$X_{\text{ч1}}$	743,6	743,4	742,6
	$Y_{\text{ч1}}$	83,3	80,8	71,1
ТҚ-ның ортаңғы нүктесі, мм	$X_{\text{ч2}}$	945,7	945,8	946,1
	$Y_{\text{ч2}}$	374,8	372,2	361,6
ТҚ-ның төменгі нүктесі, мм	$X_{\text{ч3}}$	1172,4	1172,7	1174,0
	$Y_{\text{ч3}}$	615,2	612,3	600,9
ГЦ штогының ең жоғары көтерілу биіктігі, мм	$H_{\text{ГЦ}}$	23,8	3,3	13,1
ТСның і бұрылу бұрышы, град	φ	0,409	0,057	0,225
ТС-ның көтерілу нүктесінің биіктігі, мм	$H_{\text{оп}}$	24,8	3,5	13,7

2.14 (а) суретте қалыңдығы $d_{\text{ндп}} = 60$ мм болатын ұсақталмайтын заттың траекториясы көрсетілген және зат бөлшек аймағының төменгі бөлігінде бір рет қысылып, параллель аймақтың төменгі бөлігінде кептелуді қоспағанда, гидравликалық цилиндрлердің екі өзегі 79,8 ММ кеңейтілетіні көрсетілген. 2.4 кестеде есептеу нәтижелері берілген.



2.14 Сурет - Көлемі 60 мм заттың қозғалыс траекториясы
(а). Көлемі 80 мм заттың қозғалыс траекториясы (б)

2.4 Кесте - $d_{\text{ндп}} = 60$ мм кезінде ТС-ның ауытқуы

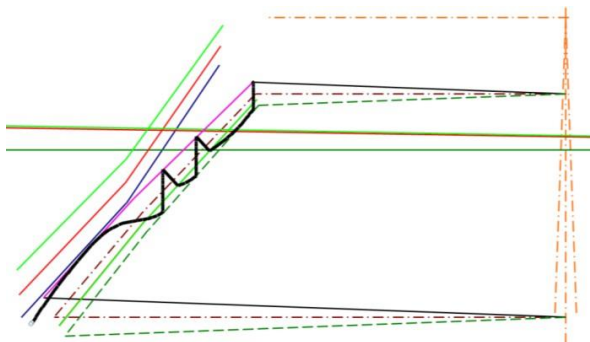
Көрсеткіштердің атауы		Сынақ	
		1	2
ТҚ-ның жоғарғы нүктесі, мм	$X_{\text{ч1}}$	742,6	739,6
	$Y_{\text{ч1}}$	72,1	41,5
ТҚ-ның ортаңғы нүктесі, мм	$X_{\text{ч2}}$	946,0	946,6
	$Y_{\text{ч2}}$	362,7	329,6
ТҚ-ның төменгі нүктесі, мм	$X_{\text{ч3}}$	1173,8	1177,3
	$Y_{\text{ч3}}$	602,1	566,1
ГЦ штогының ең жоғары көтерілу биіктігі, мм	$H_{\text{гц}}$	38,8	41,0
ТСның і бұрылу бұрышы, град	φ	0,668	0,706
ТС-ның көтерілу нүктесінің биіктігі, мм	$H_{\text{оп}}$	40,5	42,8

2.14 (б) суретте қалыңдығы $d_{\text{ндп}} = 80$ мм болатын ұсақталмайтын заттың траекториясы көрсетілген және зат бөлшек аймағының төменгі бөлігінде бір рет, содан кейін параллель аймақтың шекарасында қысылып, параллель аймақтың төменгі бөлігінде кептелуді қоспағанда, ГЦ-лердің екі өзегі 94 мм кеңейтілетіні көрсетілген. 2.5 кестеде есептеу нәтижелері келтірілген.

2.5 Кесте - $d_{\text{ндп}} = 80$ мм кезінде ТС-ның ауытқуы

Көрсеткіштердің атауы		Сынақ	
		1	2
ТҚ-ның жоғарғы нүктесі, мм	$X_{\text{ч1}}$	742,0	738,5
	$Y_{\text{ч1}}$	66,3	31,0
ТҚ-ның ортаңғы нүктесі, мм	$X_{\text{ч2}}$	946,1	946,6
	$Y_{\text{ч2}}$	356,5	318,2
ТҚ-ның төменгі нүктесі, мм	$X_{\text{ч3}}$	1174,4	1178,3
	$Y_{\text{ч3}}$	595,3	553,7
ГЦ штогының ең жоғары көтерілу биіктігі, мм	$H_{\text{гц}}$	46,5	47,5
ТСның і бұрылу бұрышы, град	φ	0,801	0,818
ТС-ның көтерілу нүктесінің биіктігі, мм	$H_{\text{оп}}$	48,6	49,6

2.15 суретте қалыңдығы $d_{\text{ндп}} = 85$ мм болатын ұсақталмайтын заттың траекториясы көрсетілген және зат ұсақтау аймағының төменгі бөлігінде бір рет,



2.15 Сурет - Көлемі 85 мм заттың қозғалыс траекториясы

содан кейін параллель аймақтың шекарасында қысылып, параллель аймақтың төменгі бөлігінде кептелуді қоспағанда, 114 мм гидравликалық цилиндрлердің екі өзегі кеңейтілетіні көрсетілген. кестеде. 2.6 есептеу нәтижелерін көрсетеді.

2.6 Кесте - $d_{\text{ндп}} = 85$ мм кезінде ТС-ның ауытқуы

Көрсеткіштердің атауы		Сынақ	
		1	2
ТҚ-ның жоғарғы нүктесі, мм	$X_{\text{ч1}}$	741,4	736,7
	$Y_{\text{ч1}}$	60,3	16,1
ТҚ-ның ортаңғы нүктесі, мм	$X_{\text{ч2}}$	946,1	946,5
	$Y_{\text{ч2}}$	349,9	302,0
ТҚ-ның төменгі нүктесі, мм	$X_{\text{ч3}}$	1175,1	1179,6
	$Y_{\text{ч3}}$	588,1	536,1
ГЦ штогының ең жоғары көтерілу биіктігі, мм	$H_{\text{ГЦ}}$	54,7	59,4
ТСның I бұрылу бұрышы, град	φ	0,941	1,022
ТС-ның көтерілу нүктесінің биіктігі, мм	$H_{\text{оп}}$	57,1	62,0

Қорытынды

Ұсақтаудың конустық эксцентрілік ұсатқышының ұсату камерасы бойынша ұсақталмайтын заттың қозғалысының математикалық моделі жасалды және гидравликалық қорғау жүйесін ескере отырып, ұсақталмайтын заттың қозғалыс траекториясын есептеу кезінде негізгі операцияларды орындау алгоритмі жасалды.

3 Гидропневматикалық қорғаныс жүйесі бар конус үгіткішінің негізгі параметрлерін есептеу

Конустық ұсатқышта ұсату конус пен тостағанның қаптамаларымен түзілетін ұсату камерасында ұсатылатын материалдың кесектерін қысу арқылы жүзеге асырылады. Камера көлемінің өзгеруі жетекпен айналатын эксцентрлік жең конустың сфералық тірек беті бойымен R радиусымен тербелуін қамтамасыз ететіндігіне байланысты жүзеге асырылады.

Жұмыс процесін сипаттау үшін есептеу схемасы әдетте тік жазықтықта кескінмен бейнеленген (сурет. 3.1)

Схеманың сол жағында ұсақтау камерасының жабық позициясы, ал оң жағында ашық. Эксцентрікті бұру кезінде конустың қаптамасы қозғалады және ұсақтау камерасы кішірейіп, оны ашық күйден жабық күйге ауыстырады.

Ұсақтау күші 7 гидравликалық цилиндрлердің өлшемдерімен және 8 гидравликалық аккумулятордағы жұмыс сұйықтығының қысымымен анықталады. Аккумуляторлар гидравликалық цилиндрдің жұмыс қуысына үнемі қосылып отырады және ТС ұсақтағыш корпусына қажетті қысу күшін қамтамасыз етеді [3].

Ұсақталмайтын зат ұсақтау камерасына түскен кезде жылжымалы конус тірек және реттегіш сақиналары бар тостағанның қаптамасын, сондай-ақ олармен байланысты элементтерді жылжытады. ТС-ның қозғалысы O_1 нүктесіне қатысты айналу арқылы жүреді. ТС бұру кезінде гидравликалық цилиндрлердің өзектері қозғалады және сұйықтық көлемін аккумуляторларға ауыстырады. Аккумуляторға сұйықтық қосылған кезде қысым артады. Штоктардың қозғалу мөлшері ұсақталмайтын заттың мөлшеріне және оның ұсақтау камерасындағы жағдайына байланысты болады.

3.1 КҰУЖ-ның басу жүйесінің сипаттамасы

Ұнтақтау тостағанын тұғырға басудың жұмыс күші гидравликалық цилиндрлердің өзек қуыстарымен жасалады. Әрбір гидравликалық цилиндр өзінің аккумуляторына қосылған. Аккумуляторлардағы газдың бастапқы қысымын орнатыңыз.

ГА-лар гидроагрегат сорғысын ажыратқаннан кейін ГЦ-лер тізбегіндегі қысымды ұстап тұрады.

Ұсату камерасына қалыңдығы жабық жағындағы түсіру саңылауының енінен үлкен, бірақ ашық жағындағы босату саңылауының енінен аз зат түскен кезде ұсатқыш оны тоқтаусыз өткізуі керек - амортизация пайда болады, яғни ұсақталған тостағанның бір жақты көтерілуі. Бұл жағдайда барлық поршеньдердің соққысы ГЦ-ден ұнтақтау ыдысының тұғырға қатысты айналу нүктесіне дейінгі қашықтықтың проекциясына пропорционал болады

(ұсақталмайтын зат жағынан ең үлкен соққы) «ұсақталмайтын зат – айналу нүктесі» осіне. Ұсақтағыш ыдысты көтергенде, гидравликалық цилиндрлерден майдың бір бөлігі ұсақтағыш конустың күшімен гидропневмоаккумуляторларға ауыстырылады, содан кейін аккумуляторлардағы артық қысымның әсерінен амортизация аяқталғаннан кейін ол кері қайтарылады.

Егер ұсақталмайтын зат ашық жағында түсіру саңылауының енінен үлкен болса, қысылмайтын затпен бірнеше амортизация циклі жүреді. Негізгі сақина шамадан тыс жүктеме қабылдайды және бірнеше жүктеме циклынан кейін тоқтауы керек. Амортизация жүйесінің іске қосылуынан артық жүктеме себебінен жетекті тоқтатқан кезде соңғысы гидроагрегат бағына май құю арқылы түсірілуі тиіс [11].

Сұйықтық ағып кеткен жағдайда, яғни гидравликалық цилиндрлер тізбегіндегі қысым берілген қысым қосқышына түсіп, сорғыны қосып, қысымды қалпына келтіруі керек, содан кейін сорғы өшеді. Егер гидравликалық цилиндрлердегі қысым автоматты түрде қалпына келмесе және берілгеннен төмен түссе, қысым қосқышы жұмыс істеуі керек, бұл негізгі жетекті өшіруге сигнал береді; қызыл төмен қысымды сигнал шамы жанады. Бұл жағдайда ұсақтағышты пайдалануға болмайды.

3.2 КҰУЖ ұсақталмайтын денелерден қорғауға арналған гидравликалық түсіру жүйесі

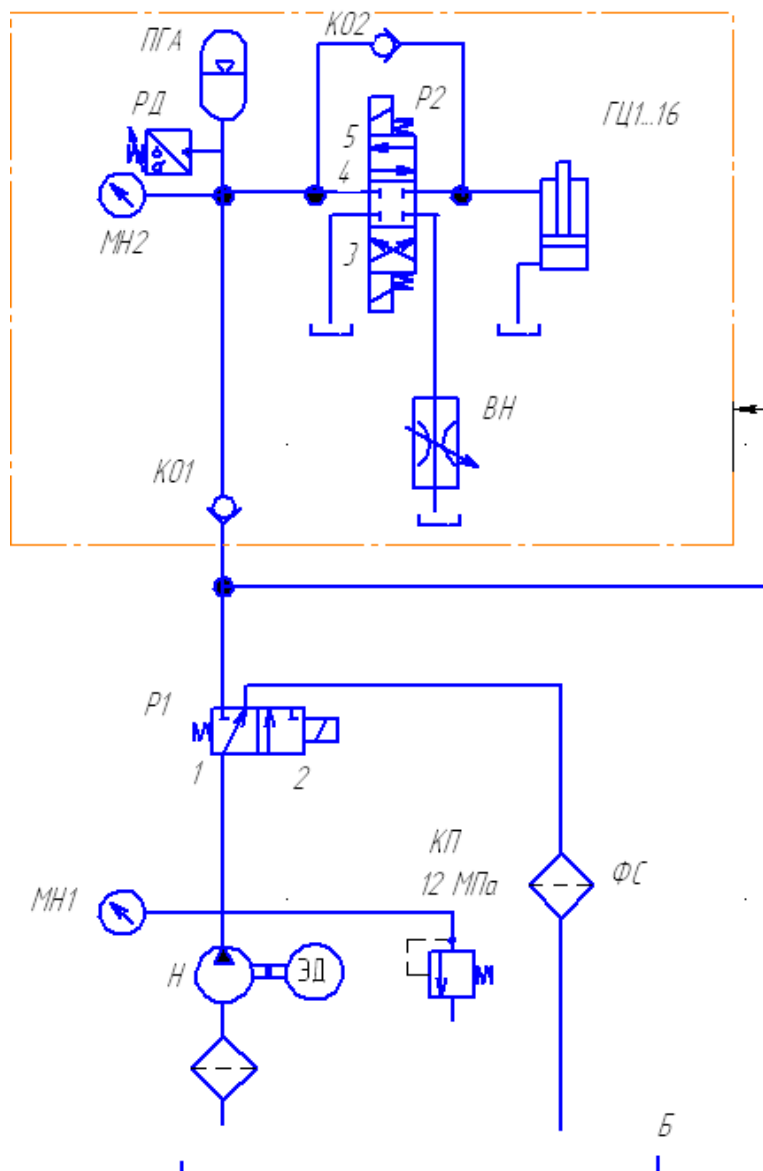
Ұсақтағыш ірі ұсақталмайтын материалдың түсуі салдарынан жүктеме астында тоқтаған кезде электр энергиясының ажыратылуы немесе қоректену бойынша шамадан тыс жүктеме салдарынан ұсақтау камерасы ұсақтау материалымен үйіледі. Ұсақтау камерасын үйіндіден немесе ұсақталмайтын материалдан тазарту үшін: ұсақтау тостағанының сығу ГЦ-лерінен қысымды алу; ұсақтау тостағанын берілген шамаға көтеру; ұсақтау камерасын түсіргеннен кейін ұсақтау тостағанын гидродомкраттардың шток қуысына қысым беру есебінен жұмыс жағдайына түсіру қажет; өзекшелік қуыстарда жұмыс қысымы тостағанның қысу ГЦ-лерін жасау арқылы тостағанның қысу күшін қалпына келтіру[12].

Ұсынылған қысым жүйесінің гидравликалық схемасы суретте көрсетілген.

Алдын ала гидропневмоаккумулятор ПГА заряды азотпен толтырылады. Р1 таратқышы 2 позициясына ауысады, сорғыдан Н сұйықтық КО1 тексеру клапандары арқылы ПГА гидропневмоаккумуляторына беріледі және ондағы қысымды жұмыс қысымына дейін арттырады. Жұмыс қысымына жеткенде КП қауіпсіздік клапаны іске қосылады, Р1 таратқышы (дистрибьюторы) басқару жүйесімен 1 позицияға қосылады, Н сорғысы басқару жүйесімен тоқтайды.

Тостағандарды қысу он алты ГЦ1...ГЦ16 ГЦ-лерін ПГА - ның төрт гидро - пневмоаккумуляторларынан шток қуысына Р2 сұйық таратқышы арқылы берілетін сұйықтың қысымымен қамтамасыз етеді, ол 5-жолда орналасқан.

Ауыр зат түскен кезде жылжымалы конус тостағаннан ауытқи бастайды, тостаған бұрылған кезде ГЦ гидравликалық цилиндрлерінің өзектері қозғала бастайды, өзек қуысынан сұйықтық 5 - позициядағы Р2 гидравликалық таратқыш арқылы ПГА аккумуляторларына шығарылады. Төтенше жағдайды болдырмау үшін Р2-ге параллель КО2 тексеру клапаны орнатылған, ол арқылы сұйықтық, егер қандай да бір себептермен Р2 5-ші орынға ауыспаса, ПГА - ға түседі.



3.1 Сурет - Ұнтақтау ыдысын тұғырға басу жүйесінің негізгі гидравликалық схемасы

Сұйықтықты ГЦ-тен ПГА гидропневмоаккумуляторына беру ондағы қысымның жоғарылауына әкеледі. ПГА - дағы қысым РД қысым релесінен

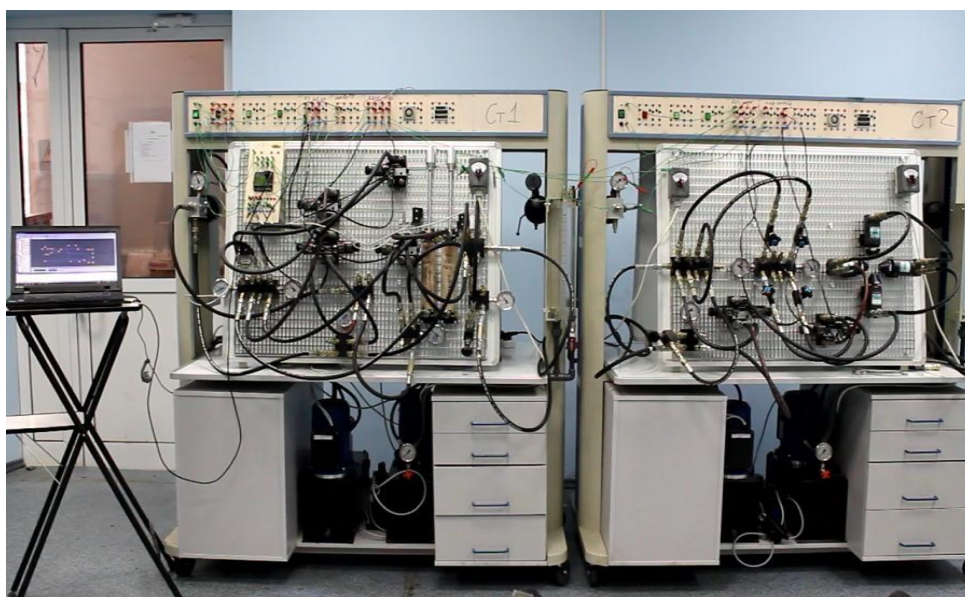
сигналмен жоғарылаған кезде, P2 таратқышы орташа 4-ке ауысады және конус ыдыстан алыстай бастаған кезде ұсақталмайтын затты өткізіп жіберуге үзіліс береді. Үзілістен кейін P2 қайтадан 5 позициясына ауысады және егер ұсақталмайтын зат ұсақтау аймағынан кетсе, ыдысты басады. Үзілісті қалыптастыру және реттегіштерді (дистрибьюторларды) ауыстыру электрондық басқару жүйесімен қамтамасыз етіледі.

Егер аккумулятордағы қысым белгіленген уақыт аралығынан кейін жұмыс мәніне дейін төмендемесе, яғни ұсақталмайтын зат ұсақтау аймағынан шықпаса және ыдыс бастапқы күйіне түспесе, онда басқару жүйесі P2 таратқышын 3 позициясына ауыстыру үшін сигнал шығарады. Бұл жағдайда аккумулятордағы сұйықтық резервуарға құйылады, ГЦ гидравликалық цилиндрлердің өзек қуысы ағызуда қосылады. Сонымен қатар, түсіру гидродомкраттарының дистрибьюторлары ауысады (диаграммада көрсетілмеген) және тостаған көтеріледі. ГЦ гидравликалық цилиндрлер көтерілуге кедергі болмайды, өйткені олардың өзек қуыстары сұйықты төгуге қосылған. ВН дросселін орнату аккумуляторды түсірген кезде сұйықтың ағу жылдамдығын төмендетеді, бұл батарея поршенінің соққыларын және резервуардағы сұйықтың көбігін азайтады.

Екінші бөлімде 2.11-сурет әрбір аккумулятордан шығарылатын сұйықтың көлемін анықтау үшін есептелген схема көрсетілген.

Сипатталған математикалық модельдер негізінде конустық ыдыс пен ұсақтағыш конустың жүктемесін модельдейтін бағдарлама жасалды.

Әзірленген гидравликалық схеманың өнімділігі (3.1 сурет) гидравликалық стендте тексерілді (3.2 сурет).



3.2 Сурет - Стендте ұнтақтау ыдысын басуды модельдеудің гидравликалық схемасының түрі

3.3 КҰУЖ-ның негізгі элементтеріне түсірілетін күшті есептеу әдісі

Реттеу сақинасына, жылжымалы конусқа және ұсақтау кезінде эксцентрілік түйінге әсер ететін күштердің схемасы суретте келтірілген.

Жылжымалы конустағы шекті жүктемелері ұсақталмайтын затты ұсақтау өлшеміне түскен кезде пайда болады. Сонымен қатар, ұсақталмайтын затты ұсақтау камерасына түсу орны және ұсақталмайтын затты ұстап алу кезінде ұсақтайтын конустардың өзара орналасу фазасы маңызды.

Егер сіз амортизациялық жүйе іске қосылған кезде реттеуші және ТС-ның қозғалысы кезінде пайда болатын инерциялық жүктемелерді елемейтін болсаңыз, онда серіппелер жиынтығын сығымдау кезінде алынған алдын-ала және қосымша күшінің құрамдас бөлігі ұсақтағыш конусқа жіберіледі. Амортизациялық жүйенің мәні геометриялық қатынастардан анықталады (суретті қараңыз. 3.5). Жылжымалы конустың гирация процесінде А нүктесінде қозғалмайтын бағытта номиналды жүрісі:

$$2\sigma = L_{др} \sin 2\gamma, \quad (3.1)$$

мұндағы $L_{др}$ – гирация нүктесінен ұсақталмайтын затқа дейінгі қашықтық; γ -жылжымалы конустың және ұсатқыштың осьтері арасындағы бұрыш.

$$2\sigma = 1100 \sin(2 \cdot 2) = 76,67 \text{ мм},$$

Жылжымалы конустың номиналды жүрісін қозғалмайтын бағытта және (3.1) формулаға және кейбір оңайлатуларға сәйкес іске асыру кезінде ұсақталмайтын заттың түсу орнында реттеуші сақинаның номиналды көтерілуі:

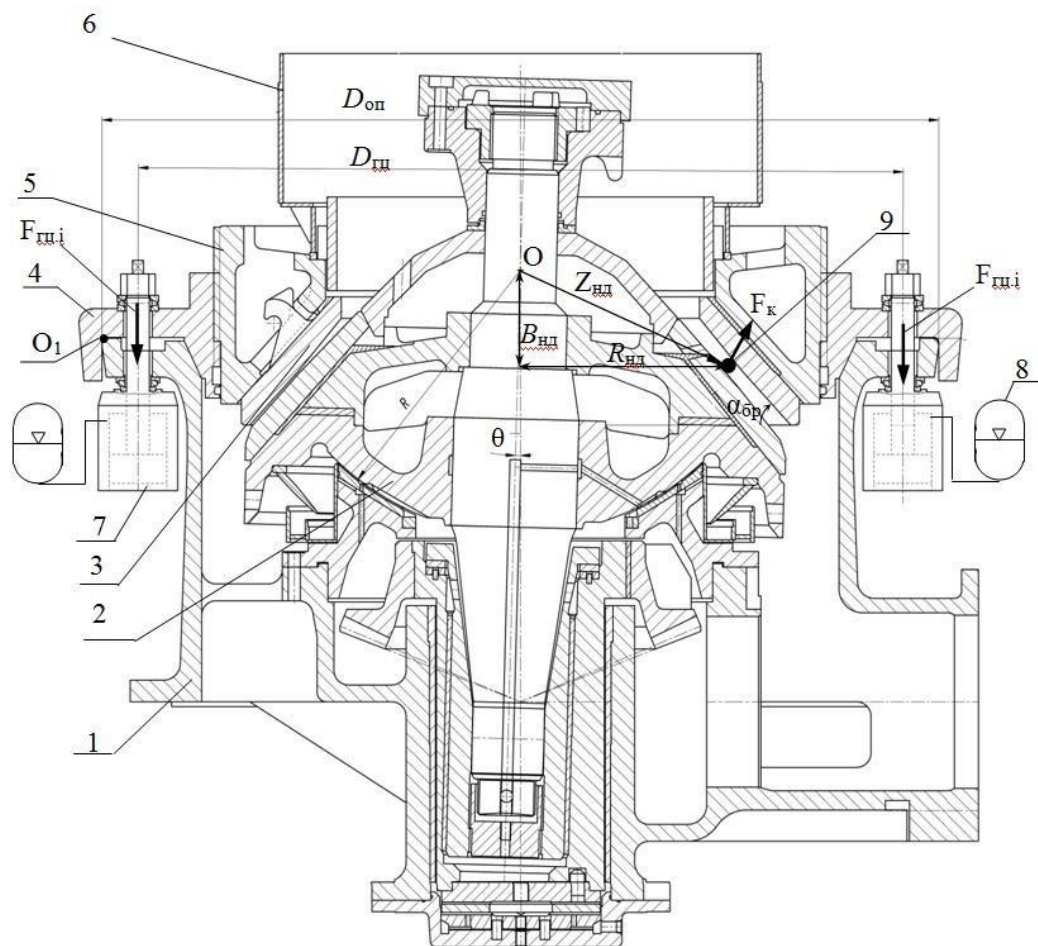
$$\delta \Rightarrow L_{др} \sin 2\gamma / \cos \beta, \quad (3.2)$$

мұндағы β -А нүктесінің траекторияларына қатысты тангенс арасындағы бұрыш (ұсақтайтын конустардың ұсақталмайтын затпен түйісу нүктелері).

Тәжірибелік мәліметтерге сәйкес, ұсақтау Күшін және ең ұсақталмайтын затты қабылдайтын бөлшектердің деформациясы (3.2) өрнегі бойынша анықталған номиналды көтерумен салыстырғанда реттелетін сақинаның көтерілуін шамамен 2 есе азайтады, ал нақты көтеруді қабылдау керек:

$$\beta = \arccos(1024/1287) = 37.3^\circ,$$

$$\delta \Rightarrow \frac{L_{др} \sin 2\gamma}{\cos \beta} = 1287 \sin(2 \cdot 2) / \cos(37,3) = 112,8 \text{ мм}.$$



3.3 Сурет - Ұсатқыштың есептік сызбасы

Пневмогидроаккумуляторлары бар амортизациялайтын серіппелер немесе ГЦ-лер ұсақтағыш тұғырының айналасындағы сақиналы кеңістік бойынша блоктарда біркелкі орналасқан [4].

Алдын-ала қысу күші де біркелкі, ал олардың күш-жігерінің нәтижесі ұсақтағыштың осіне сәйкес келеді:

$$F_{\text{пр.н}} = c \cdot n \cdot \delta_{\text{пред}}, \quad (3.3)$$

мұндағы c - амортизациялық серіппенің қаттылығы;

n - амортизациялық серіппелердің жалпы саны;

$\delta_{\text{пред}}$ – алдын ала деформация.

ГА-лары бар гидроцилиндрлерді (ГЦ) пайдаланған кезде бастапқы сығу күші мынадай формула бойынша анықталады:

$$F_{\text{пр}} = p_{\text{н}} \cdot S_{\text{к}}, \quad (3.4)$$

мұндағы $p_{\text{н}}$ -аккумуляторды зарядтау күші;

S_k – қысым әсер ететін гидравликалық цилиндр сақинасының ауданы.

Тең әсер ететін серіппелердің есептік тәуелділігі іске қосылған кезде және O_1 нүктесіне қатысты нәтиже беретін позиция 1' PR коэффициенттерден тұрады:

$$F'_{\text{пр}} = F_{\text{пр.н}} + c \cdot n \cdot \frac{\delta_{\text{дейтв}} L_{\text{пр}}}{L_{\text{нт}}}, \quad (3.5)$$

$$L'_{\text{пр}} = (4F_k - F_n) L_{\text{пр}} / [3(F_k - F_n)],$$

мұнда $F_{\text{пр.к}}$ -амортизациялық жүйе іске қосылған кезде барынша жүктелген элементтегі қысу күші,

$$F_{\text{пр.н}} = (1 + k) F_{\text{пр.н}},$$

k-ТС көтеру кезінде немесе серіппелерді қысу есебінен ГЦ-ден сұйықтықпен толтыру кезінде ГА-дағы қысымның ауытқуымен анықталатын күштің ұлғаю коэффициенті.

Амортизациялық серіппелердің белгілі бір сығылуын жүзеге асыруға сәйкес келетін ұсақтау күші O_1 нүктесіне қатысты реттеуші сақинаның тепе-теңдігі негізінде анықталады:

$$F_{\text{др}} = F_{\text{пр}} L_{\text{пр}} / L_{\text{др}} \text{ и } F'_{\text{пр}} = F'_{\text{пр}} L'_{\text{пр}} / L_{\text{др}}, \quad (3.6)$$

мұндағы $F_{\text{др}}$ -ұсақтаудың нәтиже беретін күші;

$L_{\text{пр}} - F_{\text{пр}}$ әрекетінің иіні.

$F_{\text{др}}$ ұсақтау күші сфералық тірекке және эксцентрдің ішкі саңылауына беріледі. Эксцентриктің ішкі бұрғылауының көлденең реакциясының орны әдетте эксцентриктің цилиндрлік жеңінің биіктігінің 2/3 деңгейінде қабылданады. Үйкеліс күштерін ескерместен сфералық тірек реакциясы суспензия нүктесіне қатысты момент тудырмайды. Осыны ескере отырып, тәуелділік әділ:

$$R_{\text{э}} = F_{\text{др}} L_{\text{др}} / L_{\text{э}}, \quad (3.7)$$

мұндағы $R_{\text{э}}$ -эксцентриктің ішкі төмпешігінің реакциясы;

$L_{\text{э}} - R_{\text{э}}$ әрекетінің иіні.

Сфералық тірек реакциясы:

$$F_{\text{др}} \cos \beta_2 = R_{\text{сф}} \cos \beta_1,$$

$$tg\beta_1 = (F_{др} \cos \beta_2 - R_э)/(F_{др} \cos \beta_2), \quad (3.9)$$

мұндағы $R_{сф}$ - қозғалмалы ұштың сфералық тірегінің реакциясы;
 β_1 -сфералық тірек реакциясының вертикалына бейімділік бұрышы.

Эксцентриктің айналу кедергісін жеңу үшін қажет M_0 моменті мен оған әсер ететін күштер арасындағы байланыс келесі тәуелділікпен көрінеді:

$$M_0 = R_э[e \sin \alpha + f(r_1 + r_2)], \quad (3.10)$$

мұндағы e -эксцентриктің $R_э$ реакциясы деңгейіндегі 1 ұсатқыштың осіне қатысты жылжымалы конустың 2 осінің эксцентриктілігі;

α -ұсатқыштың және жылжымалы конустың осьтері жатқан жазықтыққа қатысты тең әсер ететін ұсақтау күшінің өсу бұрышы;

r_1, r_2 - тиісінше жылжымалы конустың білігі мен эксцентриктің сыртқы бетінің радиусы;

f – эксцентрлік түйіннің жұмыс беттерінің үйкеліс коэффициенті.

Суретте көрсетілген эксцентрлік түйіннің бөлімі. 3.2, $R_э$ эксцентрикті қайта өңдеу деңгейінде берілген; жылжымалы конустың білігінің конустық білігі үшін r_1 радиусы да осы қимада;

$f \cdot r_1$ $R_э$ үйкеліс күштерінің моменті жылжымалы конустың жұмыс бетіндегі үйкеліс күштерімен теңестіріледі.

Тәуелділік (3.10) эксцентриктегі $R_э'$ реакциясы конустық тізбекте айтарлықтай көп күш жұмсайды деп болжайды [20].

Инерциялық жүктемелер және ұсатқышты теңдестіру

Жылжымалы конустың гирациялық қозғалысында белгілі тәуелділікпен анықталатын $C_{др}$ инерциялық күші пайда болады:

$$C_{др} = m\omega_1^2 e_{ц}, \quad (3.11)$$

мұндағы m - жылжымалы конустың массасы;

$e_{ц}$ -жылжымалы конустың ауырлық центрінен ұсақтағыштың осіне дейінгі қашықтық.

$C_{др}$ инерциялық күшінің позициясы теңдіктен анықталады:

$$L_{сд} = M_0/C_{др} . \quad (3.12)$$

3.4 КҰУЖ-ның негізгі элементтеріне түсетін кернеуді есептеу үшін күш әрекеті

Корпустық бөлшектердің істен шығу мүмкіндігін талдау үшін кернеулердің ең жоғары мәндері анықталуы тиіс. Ең үлкен кернеулер ұсақталмайтын затты өткізіп жіберген кезде әрекет ететін максималды жүктемелердің әсерінен болады.

Ұсақталмайтын зат тиген кезде, эксцентриктен инерция мен күш әсерінен қозғалатын конус, ұсақталмайтын зат арқылы ұсатқыштың бүкіл жоғарғы бөлігін көтереді. ТС тұғырға қатысты көтеріледі, ал гидравликалық цилиндрлерден сұйықтық аккумуляторға түседі және онда қысым артады.

Есептеулерде гидравликалық цилиндрдің өзегіндегі максималды күш 30% - ға артады, сонымен қатар ТС-ның тұғырдың тірек бетіне қатысты көлбеуіне байланысты бұл өсу гидравликалық цилиндрде ұсақталмайтын объектіде болады, ал басқаларында жұмыс болмаған кезде қысымның біртіндеп төмендеуі болады. Күштің өзгеруі есептеулермен анықталады.

Ұсақталмайтын зат тиген кезде күш жылжымалы конустың бүйірінен дене арқылы тостағаншаның қаптамасына өтеді. Конус қозғалғанда, ол реттелетін сакина арқылы ТС тұғырға қатысты көтере бастайды, оны нүктенің қарама-қарсы бөлігіне қарсы бұрады. ТС көтерген кезде гидравликалық цилиндрлердің өзектері ығыстырылады, олардың сұйықтықтары гидропневмоаккумуляторға беріле бастайды, соның арқасында аккумулятордағы қысым бастапқы зарядтау қысымынан жоғары болады.

ТС көтерген кезде оған күш гидравликалық цилиндрлердің өзектерінен төмен, ал гидравликалық цилиндрдің корпусынан тұғырға жоғары қарай әрекет етеді [21].

Күштерді есептеу кезінде бастапқы деректер ретінде ТС-ның гидравликалық цилиндрлерімен $f_{ст.в}$ тұғырын қысудың жалпы күші қолданылады, басу күші ГЦ-дің қысымымен және жұмыс алаңымен анықталады. Кернеулерді есептеу кезінде гидропневмоаккумулятордағы қысымның жоғарылауы есебінен қысымның жоғарылауы және ГЦ-ден сұйықтық өткен кезде қысымның жоғарылауы ескеріледі.

3.5 Тұғыр мен білікке түсірілетін күштерді нақты мысалда есептеу

Максималды күшті есептеу кезінде ұсақтау камерасындағы ұсақталмайтын заттың бірнеше позициясы қарастырылады. Позициялар камераға кірудің жоғарғы нүктесінен төменгі нүктеге дейінгі биіктікте орнатылады.

Кестеде есептеу үшін бастапқы деректер. 3.1.

ТС көтергенге дейін бастапқы қысым кезіндегі ГЦ өзекшесіндегі күш:

$$F_{\text{ГЦ}} = \frac{F_{\text{ст.в}}}{N_{\text{ГЦ}}} = \frac{7000}{16} = 437,5 \text{ кН.} \quad (3.13)$$

ГЦ-дің өзек қуысының ауданы:

$$S = \frac{F_{\text{ГЦ}}}{P_{\text{ГЦ}}} = \frac{(437,5 \cdot 1000)}{30} = 14583 \text{ мм}^2. \quad (3.14)$$

Цилиндр диаметрі:

$$D = \left(\frac{S}{0,16 \cdot 3,14} \right)^{0,5} = 170,35 \text{ мм.} \quad (3.15)$$

3.1 Кесте - Бастапқы деректер

№	Өлшем параметрінің атауы	Өлшемі	Белгіленуі	Мәні
1.	Жылжымалы конустың осьтері мен ұсатқышы арасындағы бұрыш.	град	γ	2
2.	Ұсатқыш конустың қаптамасының төменгі бөлігіндегі диаметрі	мм	D_0	2200
3.	Ұсатқыш конустың қаптамасының жоғарғы бөлігіндегі диаметрі	мм	$D_{\text{в}}$	1325
4.	Сфералық беттің ортасынан КҚ-ның төменгі бөлігіне дейінгі тік қашықтық	мм	H_0	679,8
5.	Сфералық беттің ортасынан корпустың жоғарғы бөлігіне дейінгі тік қашықтық	мм	$H_{\text{в}}$	190
6.	Сфералық беттің ортасынан КҚ-ның жоғарғы бөлігіне дейінгі тігінен арақашықтық	мм	$H_{\text{кор}}$	282,7
7.	Ұсақтағыш осінен ГЦ өзегінің осіне дейінгі қашықтық	мм	$L_{\text{ГЦ}}$	1590
8.	Серіппелер іске қосылған кезде оны көтерген ТСмен байланыс нүктесіне дейінгі тұғырдың диаметрі	мм	$D_{\text{оп}}$	3478
9.	ТС тұғырға басу күші	кН	$F_{\text{ст.в}}$	7000
10.	ГЦ-лер саны дана	шт	$N_{\text{ГЦ}}$	16
11.	ГЦ-індегі қысымның ұлғаюын ескеретін коэффициент		$k_{\text{д}}$	1,3
12.	Жылжымалы конустың массасы	т	$m_{\text{ПК}}$	18,5
13.	Эксцентрик ішкі ұңғылау реакциясының әсер ету иығы	Мм	$L_{\text{э}}$	1493,3

Ығыстырылатын сұйықтық көлемі:

$$V_{\text{ж}} = S \cdot h = 1483 \cdot 10 = 145830 \text{ мм}^3 = 0,1458 \text{ л},$$

$$V_{\text{ж}} = S \cdot h = 1483 \cdot 20 = 290760 \text{ мм}^3 = 0,2908 \text{ л},$$

$$V_{\text{ж}} = S \cdot h = 1483 \cdot 30 = 437490 \text{ мм}^3 = 0,4375 \text{ л},$$

$$\begin{aligned}
V_{\text{ж}} &= S \cdot h = 1483 \cdot 40 = 583320 \text{ мм}^3 = 0,5833 \text{ л}, \\
V_{\text{ж}} &= S \cdot h = 1483 \cdot 50 = 729150 \text{ мм}^3 = 0,7291 \text{ л}, \\
V_{\text{ж}} &= S \cdot h = 1483 \cdot 60 = 874980 \text{ мм}^3 = 0,875 \text{ л}, \\
V_{\text{ж}} &= S \cdot h = 1483 \cdot 70 = 1020810 \text{ мм}^3 = 1,0208 \text{ л}, \\
V_{\text{ж}} &= S \cdot h = 1483 \cdot 85 = 1239555 \text{ мм}^3 = 1,2395 \text{ л},
\end{aligned}$$

Қысымның берілген ауытқуы кезіндегі ГА көлемі:

$$V_0 = P_{\text{к}} \cdot \frac{V_{\text{ж}}}{P_{\text{к}} - P_{\text{ГЦ}}} = 36 \cdot \frac{1,1667}{36 - 30} = 7 \text{ л.} \quad (3.16)$$

ГЦ-ден ГА-ға беру кезіндегі сұйықтық ағыны:

$$Q = \frac{V_{\text{ж}}}{T} = \frac{0,583}{0,13} = 4,4872 \frac{\text{л}}{\text{с}} = 269,23 \frac{\text{л}}{\text{мин}}. \quad (3.17)$$

ТС бұру процесінде өзектің ең үлкен ығысуы кезіндегі ГЦ өзегіндегі максималды күш:

$$F_{\text{ГЦ max}} = F_{\text{ГЦ}} \cdot k_{\text{д}} = 487,5 \cdot 1,3 = 568,75 \text{ кН.} \quad (3.18)$$

ТС бұру кезінде гидравликалық цилиндрлердің өзектері әртүрлі қашықтыққа ауысады. 1:1 масштабындағы Компас дизайн пакетіндегі гидравликалық цилиндрлердің өзекшелеріндегі күштерді есептеу үшін схема көрсетілген (суретті қараңыз. 2.11) және онда қашықтықтар өлшенеді. Пропорцияларды қолдана отырып, штоктардың қозғалысы және сәйкесінше күш анықталады. Нәтижелер кестеде келтірілген. 3.2. Алынған күш мәндері содан кейін кернеулерді есептеу кезінде модельде қолданылады.

3.2 Кесте - Тура әсер ететін күшті және оның орнын есептеу нәтижелері

Белгіленуі	2.2-Суреті бойынша ГЦ-дің белгіленуі									Σ
i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
$L_{\text{ГЦ},i}$	0	121	465	981	1590	2198,5	2714	3059	3180	959,1
$R_{\text{ГЦ},i}, \text{кН}$	437,5	442,5	456,7	478	503,1	528,2	549,5	563,8	568,8	8049,9
$M_i, \text{кНм}$	0	53,5	212,4	468,9	800	1161,3	1491,4	1724,5	1808,6	7720,7
ГЦ-лердің тура әсер ететін күш бойынша орналасуы $R_{\text{ГЦ}}$ мен O_1 аралығы										8049,9

Кейінгі есептеулер үшін қорытынды мәндер 3.3-кестеде келтірілген.

3.3 Кесте - ГЦ-лердің нәтижесінде пайда болған күштің және оның орнын есептеу нәтижелері

Параметрдің атауы	Белгіленуі	Мәні
ГЦ-лер күшінің нәтижесі, кН	$R_{гц}$	8049,9
ГЦ-лердің тура әсер ететін күш бойынша орналасуы $R_{гц}$ мен O_1 аралығы, мм	$L_{гц, R}$	959,1
Сақинаның үзілген ГЦ-лерімен ұстап тұратын сәті, кНм	$M_{гц}$	7720,7

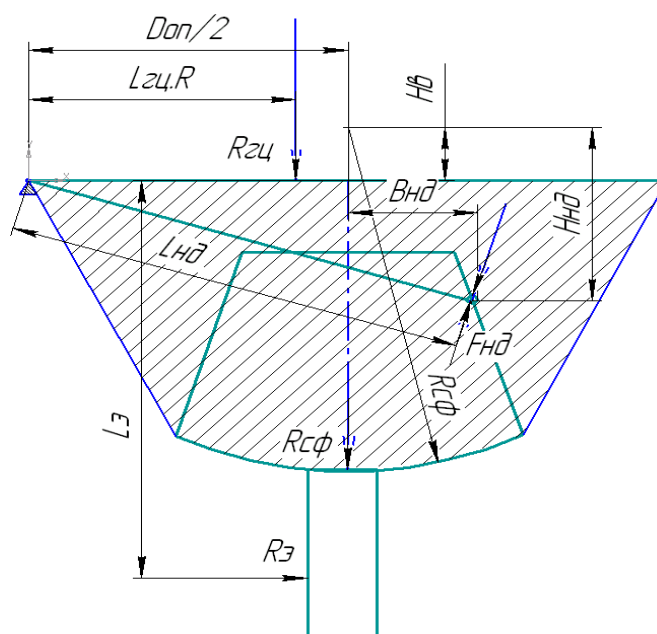
Ұсақталмайтын зат тиген кезде O_1 нүктесіне қатысты ТС бұру басталады. ТС-ның айналуынан ұстап тұратын күш $M_{гц}$ ұстап тұратын момент арқылы жүзеге асырылатын гидравликалық цилиндрлердің өзектерінен болатын күш арқылы пайда болады [15].

Ұсақталмайтын $F_{нд}$ элементіндегі күш дененің жағдайына байланысты. Тангенс күші O_1 нүктесінде $L_{нд}$ радиусы бар шеңберге әсер етеді, ол ұсақталмайтын заттың -тостағанмен жанасу нүктесінен өтеді (сурет. 3.3).

$L_{нд}$ радиусы келесі формула бойынша анықталады

ТСн көтеру кезінде ұсақталмайтын заттағы күш:

$$F_{нд} = M_{гц} / L_{нд} \quad (3.19)$$



3.4 Сурет - Күшті есептеу схемасы

$F_{нд}$ күшінің тіктікке еңіс бұрышы:

$$\psi = \arcsin \left(\frac{H_{нд} - H_B}{L_{нд}} \right), \quad (3.20)$$

ТС көтеру кезінде ұсақталмайтын заттағы күштің көлденең компоненті:

$$F_{нд.г} = F_{нд} \sin \psi . \quad (3.21)$$

Эксцентриктің ішкі бұрғылау реакциясы:

$$R_{э} = F_{нд} L_{нд} / L_{э} . \quad (3.22)$$

Сфералық тірек реакциясы:

$$R_{сф} = R_{гц} . \quad (3.23)$$

Б – қосымшасында ұсақтау камерасының биіктігі бойынша ұсақталмайтын заттың әртүрлі позицияларындағы есептеу нәтижелері келтірілген.

3.8 Кесте - Ұсақтағыштың қуат параметрлері

	Параметр атауы мәні	Мәні
1	ТСна әсер ететін ГЦ-лердің жиынтық күші, кН	2775,5
2	ТС-ның айналуы кезіндегі O_1 нүктесіне қатысты жалпы моменті, кНм	5023,2
3	O_1 нүктеден $F_{гс.сум}$ ГЦ-лердің күшінің нәтижесі, мм	1810
4	Ұсақталмайтын заттың түйісу нүктесіндегі күш, кН	7235

Тұжырымдар.

Конустық ұсатқыштың ұсақтау камерасына ұсақталмайтын заттың теріс әсерінен қорғаудың көп функционалды Гидропневматикалық жүйесінің негізгі гидравликалық схемасы жасалды.

Конустық ұсатқыштың ұтымды құрылымдық параметрлерін негіздеу, атап айтқанда жылжымалы және бекітілген конустардың жұмыс беттерінің деформациясын азайтуға мүмкіндік беретін көп функционалды Гидропневматикалық қорғаныс жүйесінің дизайнын негіздеу.

4 Гидропневматикалық қорғаныс жүйесімен жұмыс жасайтын бөлшектер мен тораптардың кернеулі-деформацияланған күйін талдау

4.1 Кернеуді есептеу үшін компьютерлік типтік программаларды таңдау

Техникалық тапсырмамен анықталған нысандарда кернеуді есептеу кезінде, олардың күрделілігіне байланысты элементтерді есептеу тек арнайы бағдарламалық жасақтаманы қолдану арқылы мүмкін болады. Кейінгі пайдалану мүмкіндігін анықтау ұсатқыштың барлық элементтерінің кернеулі-деформацияланған күйін талдау негізінде жүргізіледі.

Кернеулі-деформацияланған күйді талдау негізінде беріктік қоры жеткіліксіз элементтерді көрсетуге және сенімділікті арттыру үшін техникалық шешімдерді ұсынуға болады.

Элементтердің қималары қолданыстағы жүктемелерден элементтерде пайда болатын нақты кернеулерде қолданылатын материалдар үшін рұқсат етілген мәндермен салыстыру арқылы беріктік пен төзімділікті қамтамасыз ету шарттары бойынша анықталады.

Қазіргі уақытта бағдарламалық өнімдер нарығында механизмдер мен конструкциялар элементтерінің кернеулі - деформацияланған күйін есептеу үшін қаншалықты автоматтандырылған пакеттер (Ansys, UnixGraphiks және т.б.) ұсынылады. Біздің есептеулеріміз үшін ресейлік АРМ WinMachine пакетін қабылдаймыз. Бұл машина жасау мен құрылыстағы автоматтандырылған есептеу және жобалау пакеті. Көптеген параметрлер бойынша пакеттің әлемдік аналогтары жоқ. АРМ WinMachine көмегімен машиналар мен құрылыс құрылымдарының элементтерінің ұтымды геометриялық өлшемдерін тез және оңай алуға болады.

АРМ WinMachine алгоритмдер мен есептеу бағдарламаларын қамтиды: энергетикалық және кинематикалық параметрлер; беріктік, қаттылық және тұрақтылық; төзімділік; сенімділік және тозуға төзімділік; динамикалық сипаттамалар [11].

Оның көмегімен сіз есептеулер мен дизайнды жасай аласыз: еркін сәулелік құрылымдар; жалпақ және кеңістіктік құрылымдар; соңғы элементтер әдісімен бөлшектердің кернеулі-деформацияланған күйін; үш өлшемді рамалық конструкцияларды; еркін түрдегі қабықшалы, пластиналы және өзекті конструкцияларды (сондай - ақ олардың ерікті комбинацияларын) соңғы элементтерді.

АРМ Structure-3D модулі WinMachine АЖО пакетіндегі өзекті, пластиналы, қабықты конструкциялардың, машиналар мен жабдықтардың бөлшектері мен тораптарының кернеулі-деформацияланған күйін есептеуге арналған.

Күрделі құрылымдардың кернеулі - деформацияланған күйін есептеу кезінде қолданылатын барлық автоматтандырылған пакеттерде бірлескен элементтер әдісі қолданылады. Бұл құрылымның геометриясын, сондай - ақ

жүктемелердің сипаттамалары мен құрылымдық материалдың қасиеттерін ескеруге мүмкіндік береді.

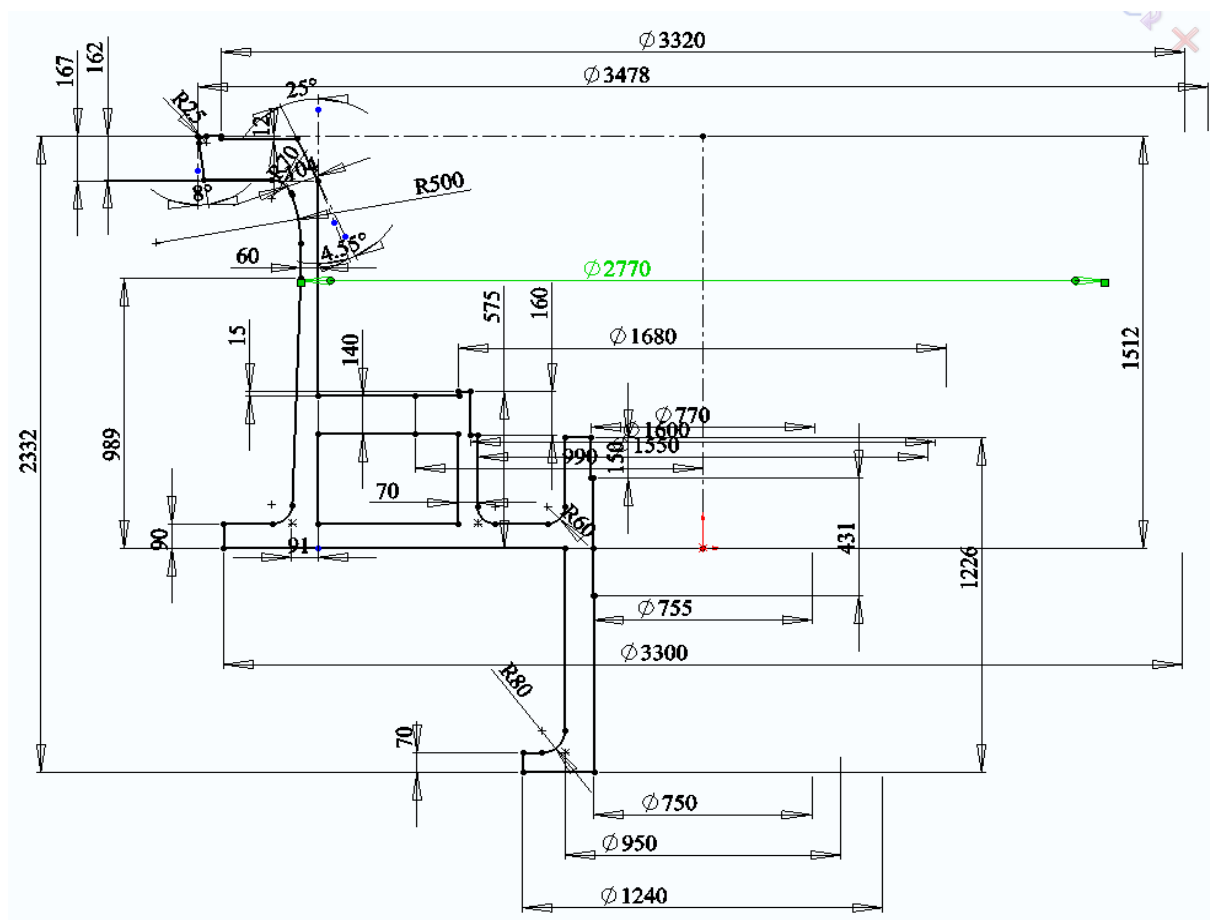
4.2 Structure-3D бағдарламасындағы есептеу алгоритмі

Конус ұсатқыштағы негізгі жүк көтергіш элементтер - конус пен тостағанның жаңа гидравликалық қысу жүйесін енгізу кезінде тұғыр, ТС және негізгі білік. Осыны ескере отырып, біз SolidWorks көлемді параметрлік модельдеудің жобалық пакетін қолдана отырып, дәл осы бөліктердің кернеулі-деформацияланған күйін талдаймыз.

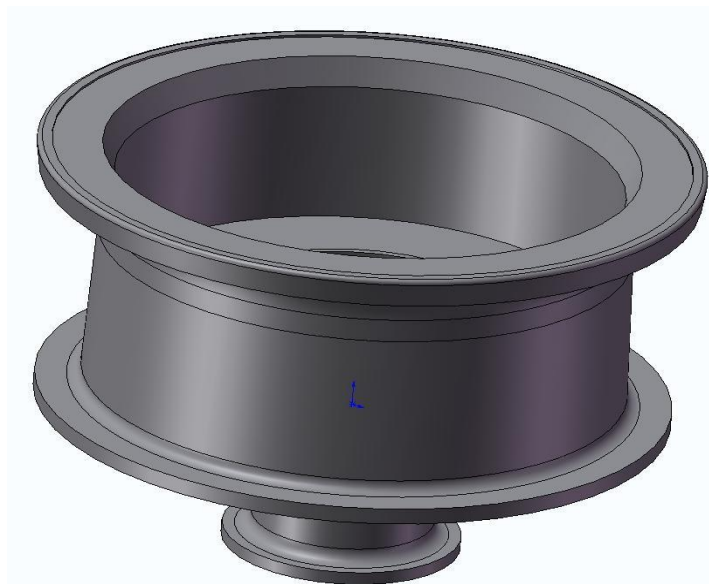
конустық үгіткіш тұғырының көлемді моделін жасау.

Тұғырдың көлемді моделін егжей - тегжейлі қарастырайық, бұл ұсақтау камерасында ұсақталмайтын заттың қозғалысы кезінде апаттық жүктемелерді қабылдаудағы ең маңызды түйін.

Біз суретте көрсетілген тұғырдың алғашқы элементін саламыз. 4.1. Әрі қарай, біз «бұру» операциясын орындаймыз және тұғырдың бірінші элементінің көлемді моделін аламыз 4.2 сурет. Содан соң тұғырдың барлық элементтерінің көлемді моделін аламыз (13 элементін) бұл элементтердің суреті Д қосымшасында келтірілген.

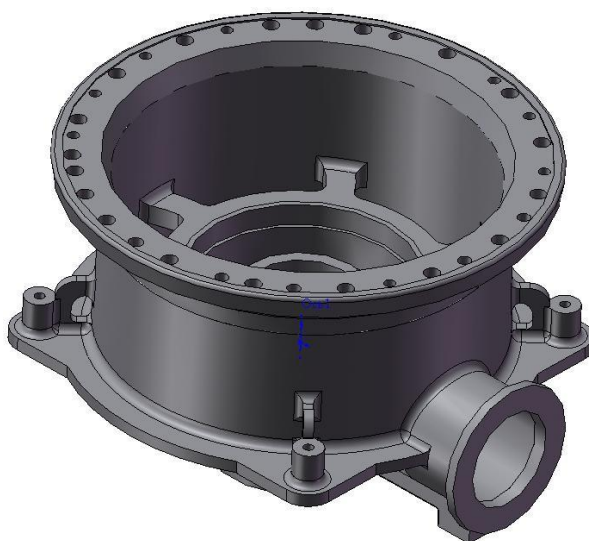


4.1 Сурет - Тұғыр моделінің алғашқы эскизі



4.2 Сурет - Тұғырдың бірінші көлемді элементі

«Круговой массив» және «дөңгелектеу» операцияларын қолдана отырып, Круговой массив көлемді моделін құруды аяқтаймыз. Модельдің соңғы көрінісі 4.3 суретте көрсетілген.



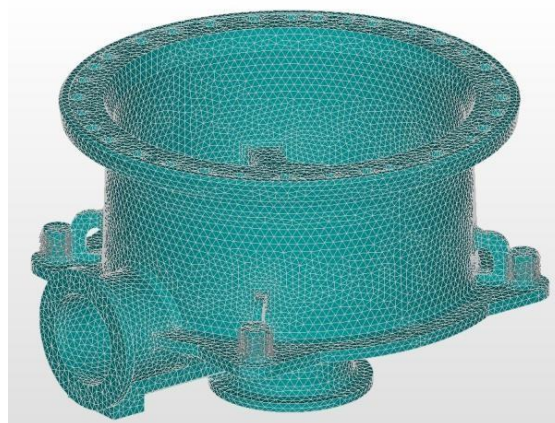
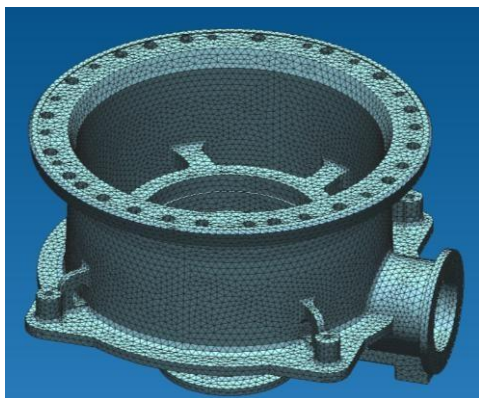
4.3 Сурет - Тұғырдың соңғы көлемді моделі

4.3 APM Studio және APM Structure 3D модуліндегі кернеуді есептеуге дайындық APM WinMachine есептеу жүйесі

Жасалған 3D моделі step форматында сақталады және APM Studio модуліне импортталады.

APM Studio модулінде модель соңғы элементтерге бөлінген. Бөлу кезінде элемент жағының максималды ұзындығы 70 мм, бетіндегі тордың қалыңдату коэффициенті 2, 1,5 көлеміндегі сирету коэффициенті қабылданады.

Бөлінгеннен кейін 95654 элемент алынды. Бөлінгеннен кейін модельдің көрінісі суретте көрсетілген. 4.17.



4.4 Сурет - Соңғы элементтерге бөлінгеннен кейінгі модель түрі және жүктемелер мен бекітулер қосылғанға дейінгі тұғырдың түрі

Соңғы элементтерге бөлінген тұғыр моделін есептеу үшін APM Structure 3D модуліне беріледі (сурет. 4.4).

Есептеулерді жүргізер алдында модельге бекіту қолданылады (өйткені есептеу статикалық әдістермен жүзеге асырылады) және модельдің белсенді күштері мен өзіндік салмағы автоматты түрде есептеледі.

Модельде күштер түйіндерге шоғырланған күштер түрінде беріледі. Күш мәндерін анықтау үшін тиісті бөлімдер бөлінеді, таңдалған түйіндердің саны Ақпарат жолында көрсетіледі, күш мәні осы мәнге бөлінеді және бағдарлама түрінде енгізіледі.

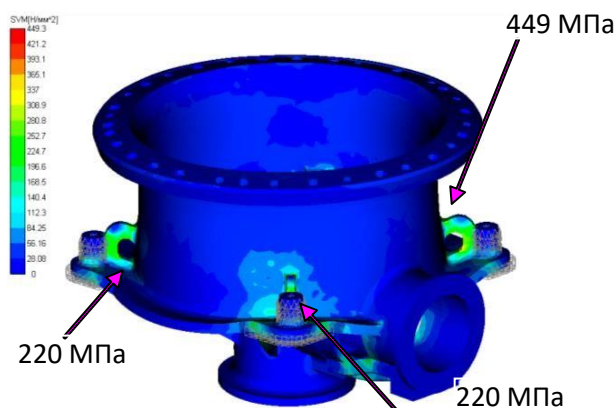
4.4 Қабырғасыз тұғыр үшін кернеуді есептеу нәтижелері

Ұсақтау камерасында ұсақталмайтын затты орналастырудың үш нұсқасы үшін есептеулер жүргізілді: 1 – жетекші біліктің жағында, 2 – жетекші біліктің осіне перпендикуляр жағында; 3-жетекші біліктің осіне қатысты 45 градус бұрышта.

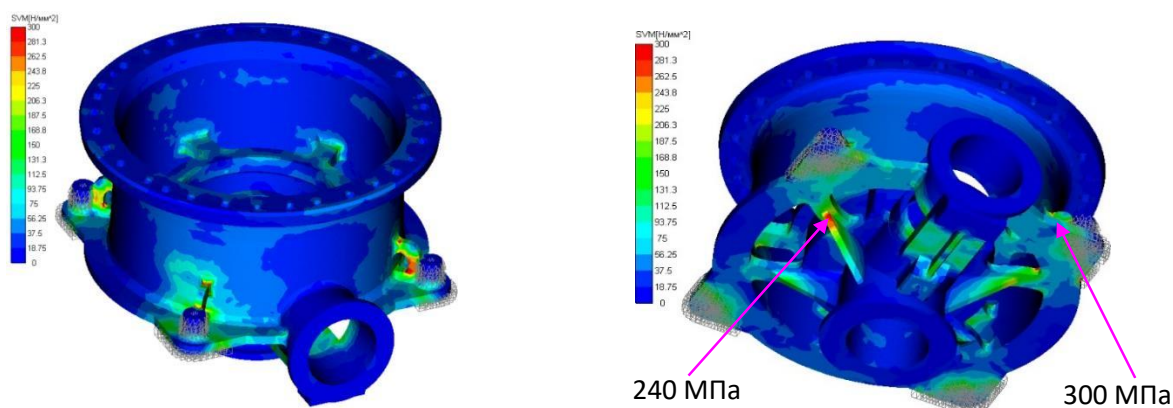
Бағдарламамен есептеу нәтижелері екі нұсқада шығарылады: нәтижелер картасы түрінде және есептеу хаттамасында мәтіндік файлда. Нәтижелер картасы-алынған кернеу мәндеріне сәйкес түстермен боялған үш өлшемді дизайнда белгіленеді. Нәтижелер карталарындағы қызыл түс төтенше жағдайдың белгісі емес-бұл тек максималды есептелген мән. Нәтижелер картасындағы түске сәйкес келетін кернеулердің сандық мәндері терезенің сол жақ аймағында орналасқан шкала арқылы анықталады [5].

4.4.1 Жетек білік жағындағы ұсақталмайтын зат

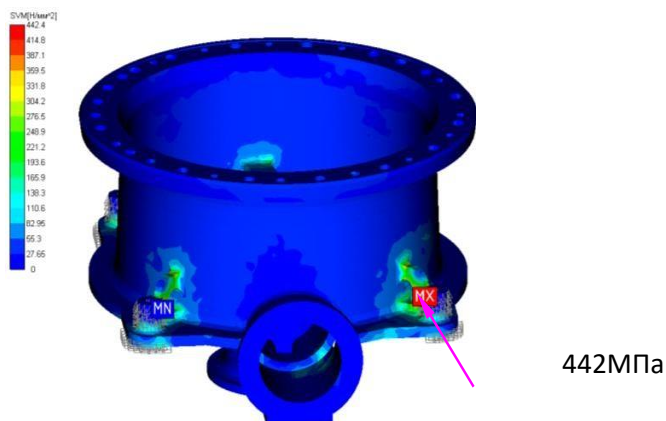
Кернеуді есептеу нәтижесі 4.5 суретте көрсетілген. Осылайша, беріктік шегінен асатын кернеудің нүктелік мәні анықталды. Кернеулер аққыштық шегінен асатын аймақтарды анықтау үшін, шығарылатын кернеу картасының шкаласы 300 МПа максималды мәнімен шектеседі, нәтиже әртүрлі бұрыштарда осындай шектеу кезінде келтірілген 4.6 сурет.



4.5 Сурет - Тірек ауданының ұлғаюы кезіндегі кернеулер картасы

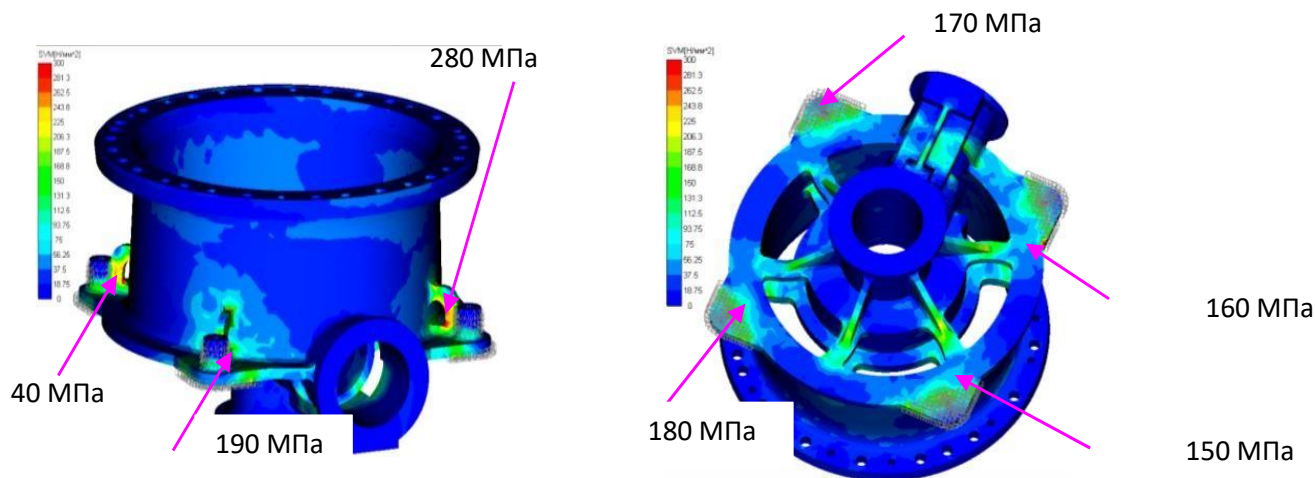


4.6 Сурет - 300 МПа 442 МПа шкаласын ең жоғары шектеу тапсырмасымен ұсақталмайтын денені өткізу кезіндегі кернеу картасы



4.7 Сурет - Ұсақталмайтын затты өткізу кезіндегі кернеулер картасы

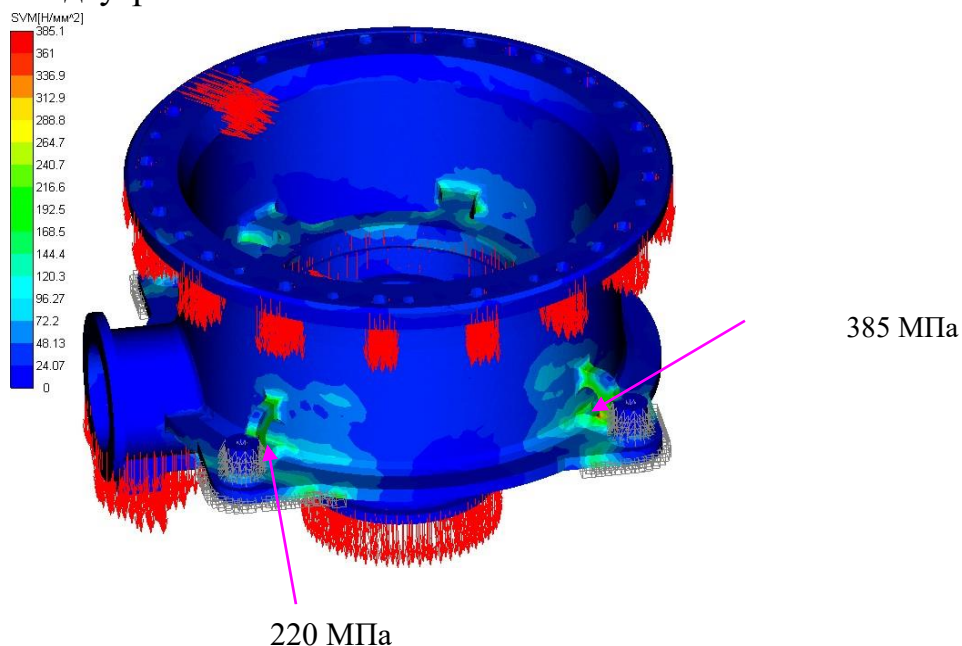
Ұсақталмайтын зат негізгі біліктің осіне перпендикуляр, кернеуді есептеу нәтижесі 4.7 суретте көрсетілген және 4.8 сурет шкаласы 300 МПа мәнімен шектеу кезінде тұғырдың жекелеген аймақтарының жүктелуін талдау үшін келтірілген.



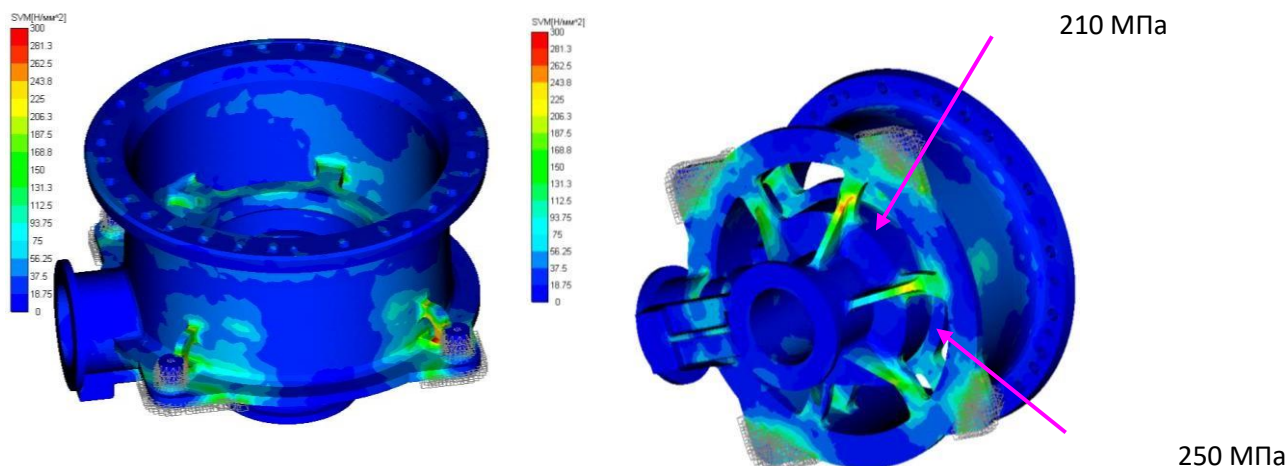
4.8 Сурет - 300 МПа шкаласын барынша шектеу тапсырмасымен ұсақталмайтын затты өткізу кезіндегі кернеулер картасы

4.4.2 Жетек білігінің осіне 45 градус бұрышындағы ұсақталмайтын зат

Кернеуді есептеу нәтижесі суретте көрсетілген. 4.9 және суретте. 4.10 шкаласы 300 МПа мәнімен шектеу кезінде тұғырдың жекелеген аймақтарының жүктелуін талдау үшін



4.9 Сурет - ұсақталмайтын затты өткізу кезіндегі кернеулер картасы



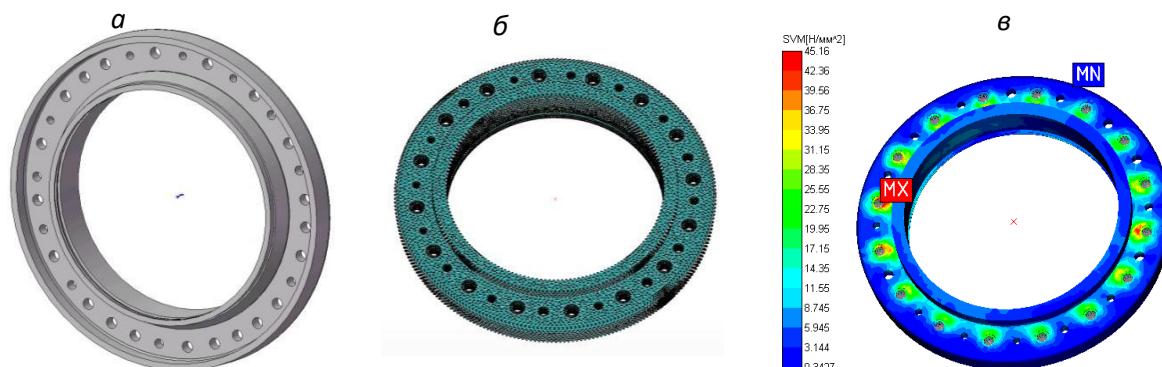
4.10 Сурет - 300 МПа шкаласын барынша шектеу тапсырмасымен ұсақталмайтын затты өткізу кезіндегі кернеулер картасы

4.5 ТС корпусының кернеулі-деформацияланған күйін талдау

ТС-ның корпусы 351 болаттан жасалған, қалыпқа келтіру кезіндегі кірістілік шегі $\zeta_T = 275$ МПа, қатайту кезінде $\zeta_T = 345$ МПа, қалыпқа келтіру кезіндегі төзімділік шегі $\zeta_{-1} = 216$ МПа / 12/.

ТС-ның корпусының моделі суретте көрсетілген. 4.11, А. APM Studio модулінде есептеуге дайындық [6].

APM Studio модулінде ішкі цилиндрлік бетке тік және көлденең күш компоненттері қолданылады. ГЦ-лер өзектерінің астында қарастырылған цилиндрлік ойықтарға бекіткіштер салынған. ТС 50 мм қадаммен соңғы элементтерге бөлінді, бетіндегі тордың қоюлану коэффициенті-2, разряд коэффициенті – 1,5. Нәтижесінде 60600 элемент алынды. Бөлу нәтижесі суретте көрсетілген. 4.11, б. 4.11 суретте кернеулерді есептеу нәтижелері (карта) келтірілген.



а) көлемді модель; б) модельді соңғы элементтерге бөлу нәтижесі;
в) жарамсыз затты өткізу кезіндегі кернеу картасы

4.11 Сурет – Тірек сақинасы (ТС)

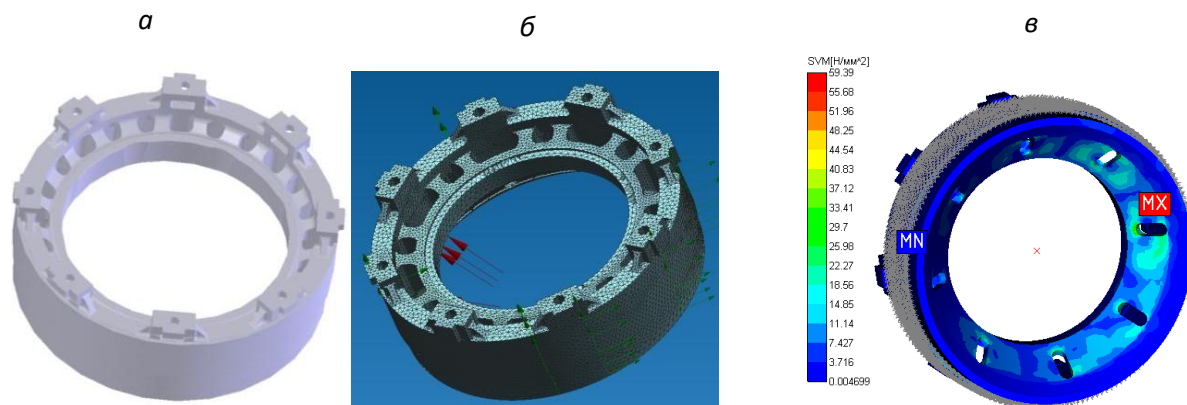
Қорытынды. Қолдау сақинасындағы кернеу төзімділік шегінен әлдеқайда төмен (қалыпқа келтіру кезінде $\zeta_{-1} = 216$ МПа /12/). Сақина жеткілікті жұмыс қабілетіне ие.

4.6 Реттеуші сақина корпусының кернеулі-деформацияланған күйін талдау

Реттеу сақинасының корпусы 20 ХГСФЛ болаттан жасалған, қалыпқа келтіру кезіндегі аққыштық шегі $\zeta_T = 392$ МПа, шыңдау кезінде $\zeta_T = 589$ МПа, қалыпқа келтіру кезіндегі төзімділік шегі $\zeta_{-1} = 330$ МПа.

Реттелетін сақина корпусының моделі 4.12 (а) суретте көрсетілген. АРМ Studio модулінде есептеуге дайындық.

АРМ Studio модулінде ішкі конустық бетке тік және көлденең күш компоненттері қолданылады. Бекіткіштер цилиндрлік сыртқы бұрандалы бетке қолданылады. Реттеу сақинасының корпусы 50 мм қадаммен соңғы элементтерге бөлінді, бетіндегі тордың қоюлану коэффициенті 2, разряд коэффициенті 1,5. Нәтижесінде 225600 элемент алынды. Бөлу нәтижесі 4.12 (б) суретте көрсетілген. Кернеуді есептеу нәтижесі 4.12 (в) суретте көрсетілген.



а) көлемді модель; б) модельді соңғы элементтерге бөлу нәтижесі; в) жарамсыз затты өткізу кезіндегі кернеу картасы

4.12 Сурет - Реттеуші сақина

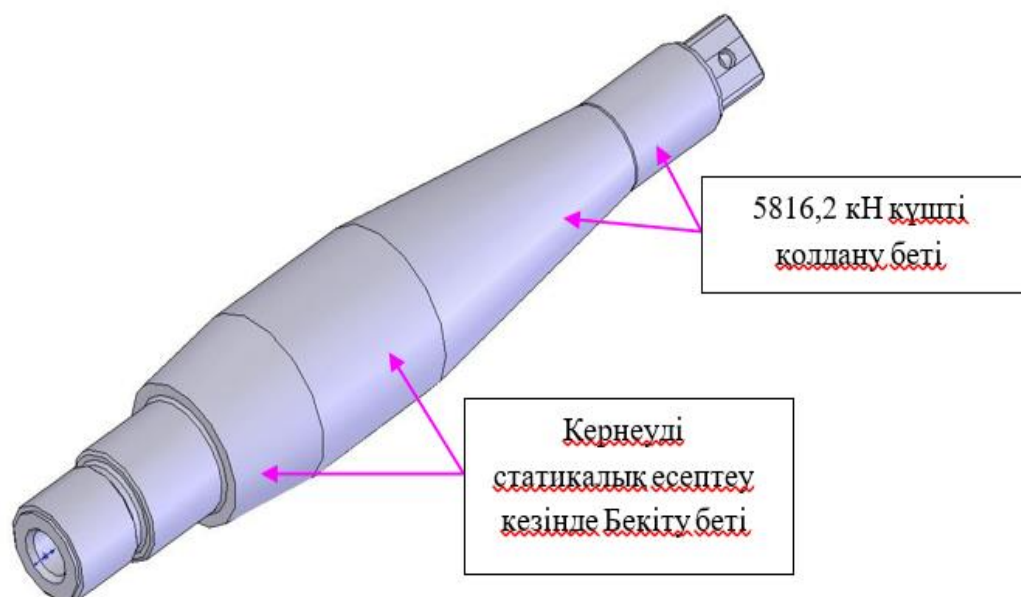
Қорытынды. Реттеу сақинасының корпусындағы кернеу кірістілік пен төзімділік шегінен әлдеқайда төмен ($\zeta_{-1}=330$ МПа). Сақинаның жұмыс қабілеттілігі бар [13].

4.7 Біліктің кернеулі-деформацияланған күйін талдау

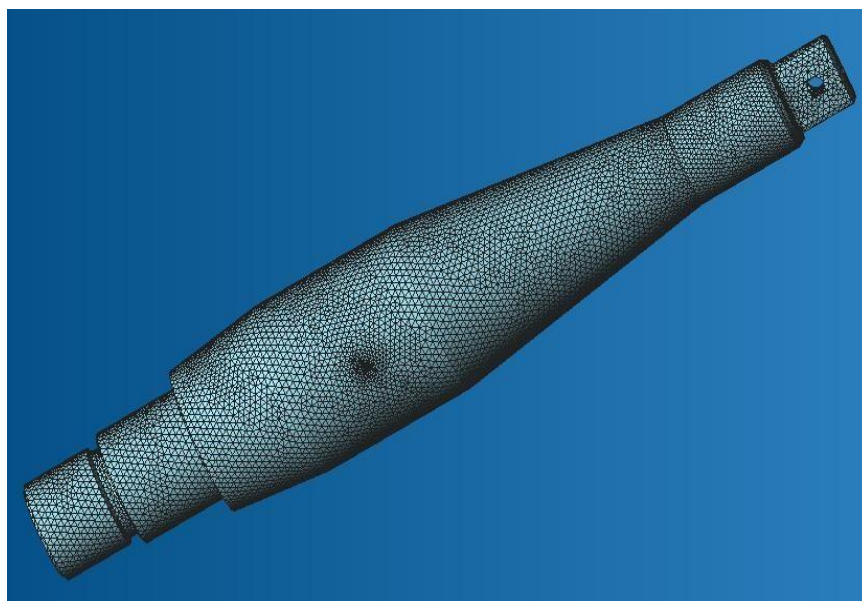
Білік болаттан жасалған 38x2мм, аққыштық шегі қалыпқа келтіру кезінде $\zeta_T = 835$ МПа, шыңдау кезінде $\zeta_T = 980$ МПа, төзімділік шегі $\zeta_{-1} \sim 400$ МПа [6] Білік моделі 4.13 суретте көрсетілген.

АРМ Studio модулінде есептеуге дайындық

APM Studio модулінде жартысына цилиндрлік бет таратылған жүктеме түрінде белсенді күш қолданылады. Жылжымалы ұсақтағыш конустың білігінің цилиндрлік бетіне бекіту қолданылады. Білік соңғы элементтерге 20 мм қадаммен бөлінді, бетіндегі тордың қоюлану коэффициенті – 2, разрядтау коэффициенті-1,5. Нәтижесінде 68600 элемент алынды. Бөлу нәтижесі 4.14 суретте көрсетілген.

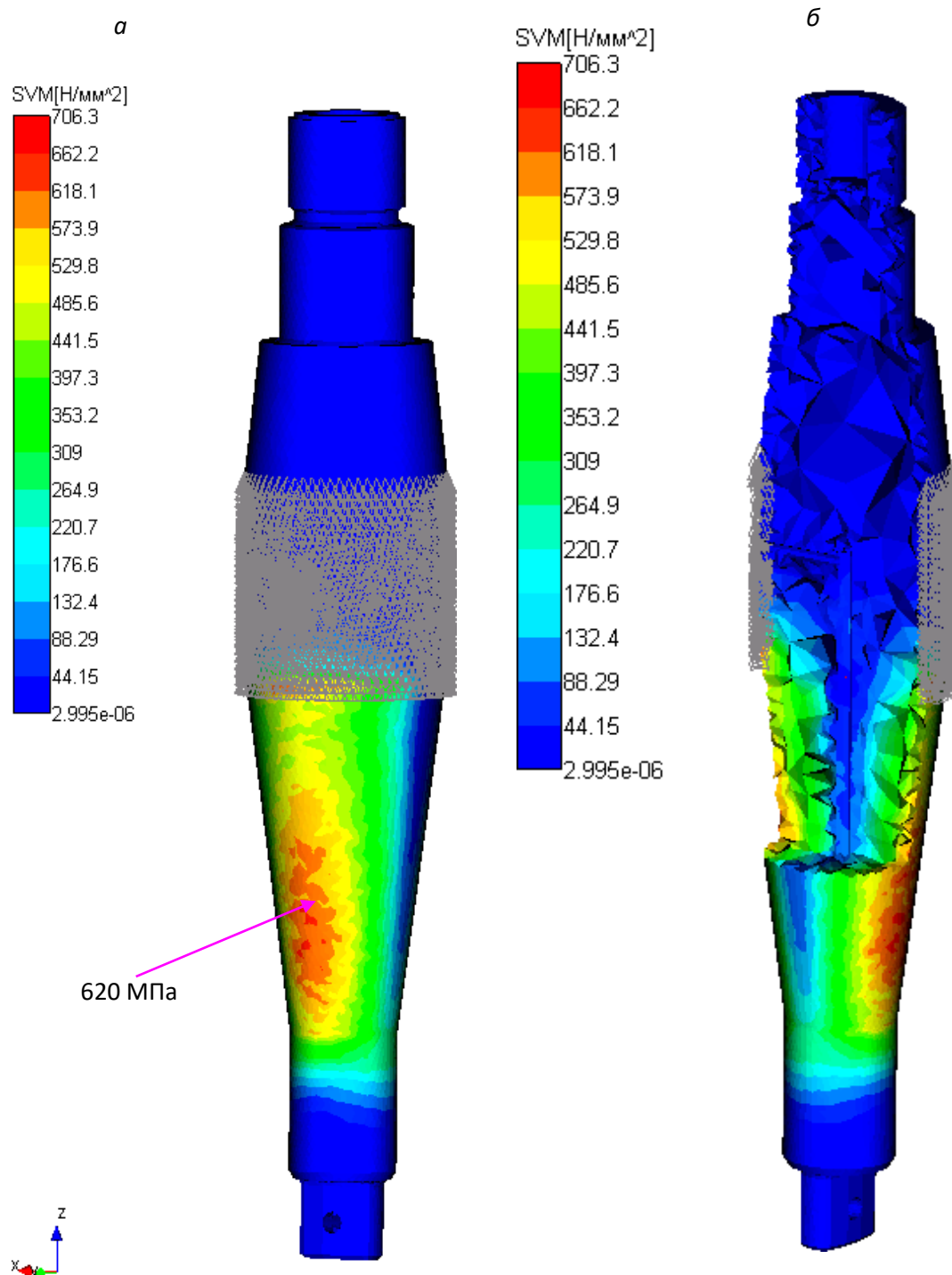


4.13 Сурет - Ұсақтағыш конус білігінің моделі



4.14 Сурет - Білік моделін соңғы элементтерге бөлудің нәтижесі,

Ұнтақтау конусының білігінің кернеуін есептеу нәтижесі 4.15 суретте көрсетілген.



4.15 Сурет - Ұсақталмайтын затты өткізу кезіндегі кернеулер картасы
а) кесілмеген түрі; б) кесіндісі бар түрі

Қорытынды.

Егер ұсақталмайтын зат жабдыққа кірсе, кернеулер пайда болады, олар кірістілік шегіне жетеді ($\sigma_t=800$ МПа /11/) және төзімділік шегінен асып кетеді – жарықтар пайда болуы және біліктің зақымдануы мүмкін.

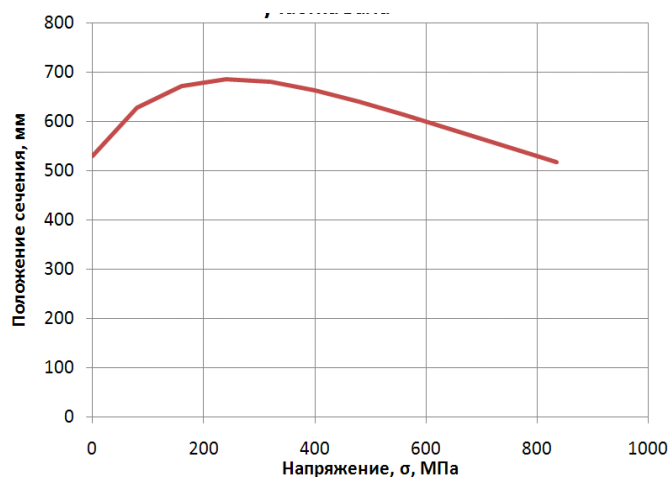
4.8 Негізгі білікке әсер ететін кернеуді есептеу нәтижелері

4.1 Кесте - Бастапқы деректер

Атауы	Белгілеу	Мәні
Біліктің диаметрі минималды, мм	D_{max}	480
Біліктің максималды диаметрі, мм	D_{mix}	259
Конустық учаскенің ұзындығы, мм	L_K	835
Көлденең учаскенің ұзындығы, мм	L_T	160
Тесік диаметрі, мм	d_o	45
Төлкедегі күш, кН	F	5170

Кесте 4.2-біліктің ұзындығы бойынша кернеуді есептеу нәтижелері

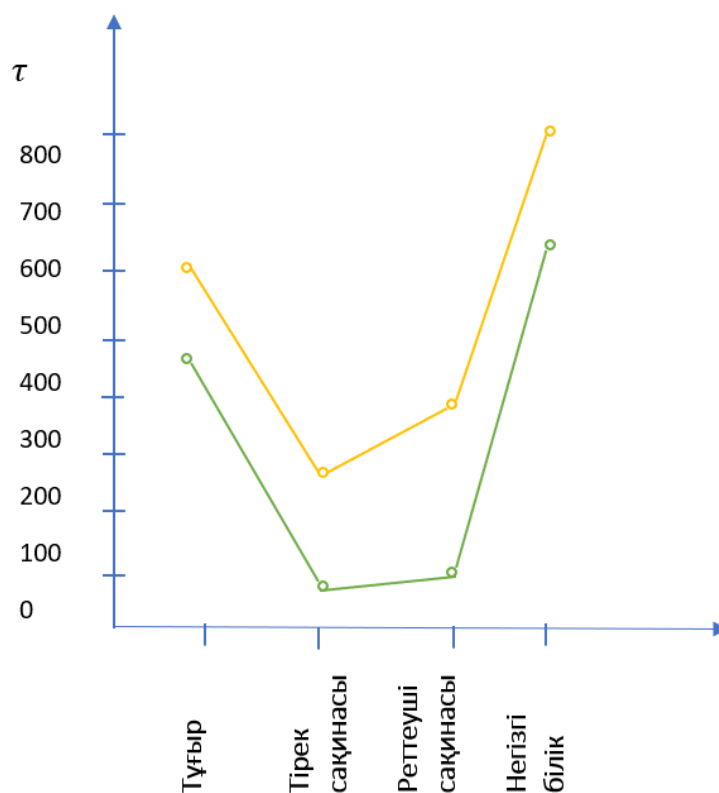
x, мм	0	80	160	240	320	400	480	560	640	720	800	835
D_i , мм	259	280	301	323	344	365	386	407	428	450	471	480
W_i , см ³	1.560	1.975	2.458	3.013	3.647	4.363	5.168	6.066	7.062	8.162	9.370	9.935
W_i , Нм	827	1240	1654	2068	2481	2895	3308	3722.	4136	4549.6	4963.2	5144.1
ζ	529.9	628.0	672.9	686.1	680.4	663.4	640.2	613.6	585.6	557.3	529.6	517.7



4.16 Сурет - Біліктің конустық бөлігінің ұзындығы бойынша кернеудің өзгеруі

4.3 Кесте - Есептеу нәтижелерінің жиынтық кестесі

Бөлшектер	Бөлшектер аймағы	Максималды кернеу	Қорытындылар мен ұсыныстар
Тұғыр	Іргетасты болтты бекітуге арналған (сызба өлшемдері)	449.3 МПа	Кронштейннің қалыңдығын 160 мм-ге дейін арттыру
	Тұғырдың қалған бөлігі	140 МПа Артық емес	Кернеу ұзақ мерзімділік шектен төмен.
ТС-ның қаптамасы		45 МПа	Кернеу төзімділік шегінен әлдеқайда төмен (216 МПа Болат үшін 35 Л).
Реттеуші сақинасының қаптамасы		60 МПа	Кернеу төзімділік шегінен әлдеқайда төмен (330 МПа 20ХГСФЛ болат үшін).
Білік	Эксцентрик жеңі мен конус корпусының арасындағы	620 МПа	Кернеу аққыштық шегіне жетпейді (38Х2НМ болат үшін 800 МПа) және төзімділік шегінен асады. Бұл аймақтың диаметрін арттыру қажет.



4.17 Сурет - Компьютерлік есептеуден алынған кернеу мәндерін шекті кернеу мәнімен салыстыру графигі

4.9 Ұсақталмайтын затты өткізу жүйесінің ұтымды параметрлерін анықтаудың функционалдық әдістемесі

Техника аккумулятордың ұтымды көлемін (диссертацияның 3-тарауын қараңыз), Сондай-ақ ұсақтағыш конустың білігінің, тірек және реттеу сақиналарының, ұсақтағыш корпусының өлшемдерін анықтайды.

Ұсақталмайтын затты өткізу жүйесі іске қосылған кезде қысымның ауытқуының берілген мәні бойынша ГА-дың қажетті көлемі анықталады. Қажетті көлемге сәйкес стандартты қатардан гидравликалық аккумулятор таңдалады.

Таңдалған аккумулятор үшін максималды қысым және, тиісінше, гидравликалық цилиндрлердің өзекшелеріндегі күш анықталады (3-тарауды қараңыз) [17].

Ұсақталмайтын заттағы күш мәні APM WinMachine (немесе басқа) жүйесінің Structure 3D модуліндегі ТС-ның, ұсатқыш корпусының беріктігін есептеу үшін қолданылады. Артық беріктік қорлары анықталған кезде қималардың көлемі азаяды, ал жеткіліксіз беріктікпен, керісінше, қималар артады. Іріктеу нәтижелері бойынша ұсақтағыштың салмағы мен құны аккумуляторлармен бірге анықталады.

Рационалды параметрлерді таңдау үшін күшті есептеу, әртүрлі көлемдегі аккумуляторлардың бірнеше нұсқалары үшін ұсақтағыш параметрлерін таңдау жүзеге асырылады. Рационалды мәнді таңдау критерийі масса немесе құн болуы мүмкін. Аккумуляторлардың көлемінің ұлғаюымен олардың массасы мен құны артады, бірақ өткізу жүйесі іске қосылған кезде қысым төмендейді. Қысым төмендеген кезде ұсатқыш конустың білігі, тірек және реттегіш сақина, корпус сияқты ұсатқыш элементтерінің қималарын азайтуға болады. Аккумулятордың көлемі азайған кезде, керісінше, аккумулятордың массасы мен құны төмендейді, бірақ ұнтақтағыш түйіндерінің массасы мен құны артады. Батарея параметрлері, онда жалпы массасы немесе құны минималды және ұтымды болады.

Қорытынды.

Ұсынылып отырған ГА-ды жабдықта қолдану барысында оның жабдықтың негізгі элементтеріне кері әсер етпейтіндігі тексерілді. Яғни алынған кернеу нәтижелері олардың шекті кернеуінен аспайтындығы анықталды. Дегенмен кейбір аймақ диаметрлерін арттыру керек.

Ұсақталмайтын затты жылжыту кезінде ұсақтау камерасын қорғау жүйесінің ұтымды параметрлерін таңдауға және конустық эксцентрлік ұсақтағыштың негізгі түйіндерінің кернеулі-деформацияланған күйін ескеруге мүмкіндік беретін әдіс жасалды.

ҚОРЫТЫНДЫ

Диссертация нақты ғылыми-техникалық мәселені шешуге мүмкіндік берді - ұсақ ұсақтау конустық ұсатқыштарды қорғаудың арнайы Гидропневматикалық жүйесінің параметрлерін негіздеу, бұл ұсақтау камерасына қалыңдығы жабық жағындағы түсіру саңылауының енінен үлкен, бірақ ашық жағындағы түсіру саңылауының енінен аз болған кезде оны ұсатқышты тоқтатпай өткізуге мүмкіндік береді.

Негізгі тұжырымдар мен жұмыс нәтижелері келесідей:

1. Модельдеу және эксперименттік зерттеулер негізінде екінші ретгі ұсақтайтын конустық ұсатқыштардың жұмыс істеу тиімділігін арттыруға бағытталған техникалық шешімдер, ұсақталмайтын зат түскен кезде жұмыс процесінің тоқтап қалуын болдырмайды.

2. Ұнтақтау ыдысын тұғырға гидропневматикалық басудың құрылымдық схемасы ұсынылған.

3. Ұсақ ұсақтаудың конустық эксцентрілік ұсақтағышының ұсақтау камерасы арқылы ұсақталмайтын заттың қозғалысының математикалық моделі алынды.

4. Ұсақталмайтын затты жылжыту кезінде ұсақтау камерасын қорғау жүйесінің ұтымды параметрлерін таңдауға және конустық эксцентрілік ұсақтағыштың негізгі түйіндерінің кернеулі-деформацияланған күйін ескеруге мүмкіндік беретін әдіс жасалды.

5. Конустық ұсатқыштың ұтымды құрылымдық параметрлері, атап айтқанда жылжымалы және бекітілген конустардың қаптаматарының жұмыс беттерінің деформациясын 19% төмендетуге мүмкіндік беретін көп функционалды гидропневматикалық қорғаныс жүйесінің дизайны негізделген.

6. Конустық эксцентрікті ұсатқыштың ұсату камерасында ұсақталмайтын заттың сынуын болдырмау есебінен жылжымалы және жылжымайтын конустардың қаптамаларының деформациясын төмендету бойынша ұсыныстар ұсынылды.

7. Конустық эксцентрікті ұсатқыштың негізгі тораптарының кернеулі-деформацияланған күйі ұсатқышты жобалау сатысында оның жұмысының авариялық режимдерін ескеруге мүмкіндік беретін ұсату камерасының жоғарғы бөлігіндегі ұсақталмайтын заттың жағдайына сәйкес келетін күштің ең жоғары мәндерін ескере отырып үлгіленген. Компьютерлік модельдеу бағдарламасынан алынған кернеу мәндері шекті мәннен аспайтындығы анықталды. Яғни біз ұсынып отырған гидро аккумуляторлардың іс жүзінде жабдықтың негізгі элементтеріне артық жүктеме түсірмейтіндігі анықталды.

Терминдер мен анықтамалар

КБ – конус басы

КҰУЖ – конусты ұсақтап-уату жабдығы

ТС – тірек сақинасы

КҚ – конус қаптамасы

ТҚ – тостағанша қаптамасы

ГЦ – гидро цилиндр

ГА – гидро аккумулятор

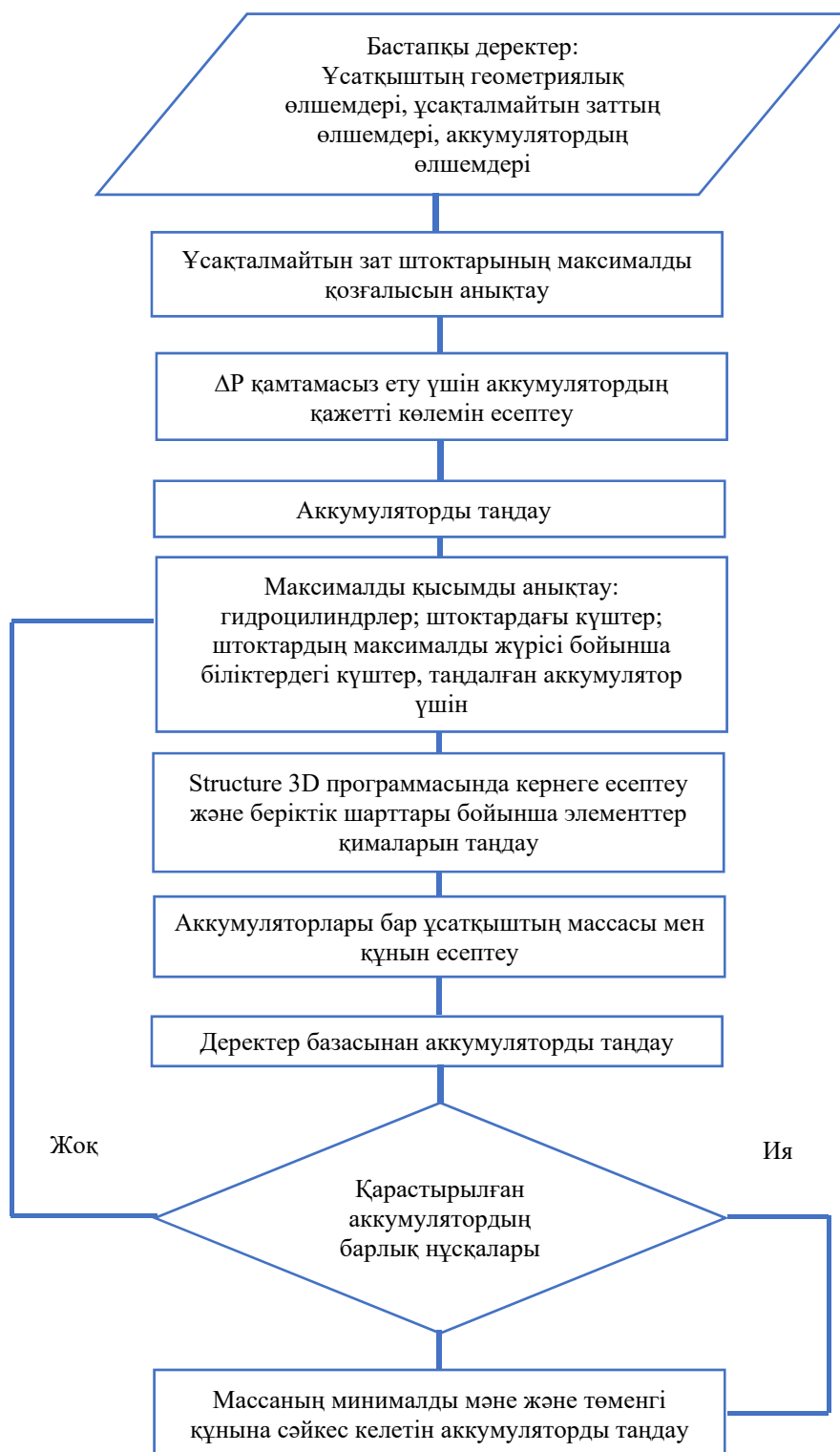
ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Савинова Н. В. Применение МКЭ для расчета корпусных деталей дробилок // Совершенствование методов проектирования горных машин, нефтегазопромыслового и дробильно-размольного оборудования: Сб. науч. тр. - Екатеринбург, 1997.-С. 124-130.
- 2 Савинова Н. В. Алгоритм прочностного расчета корпусных деталей конусных дробилок // Компьютерные технологии в горном деле: Тез. докл. III науч.-практ. конф. -Екатеринбург: УГГГА, 1998.- С. 55-56.
- 3 Савинова Н. В. Расчет на прочность сварных станин конусных дробилок (КСД, КМД) // Горный информационно-аналитический бюллетень «Неделя горняка-1999». -1999. - №8. - С. 174-175.
- 4 Савинова Н. В. Обоснование выбора метода расчета корпусов конусных дробилок // Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности: Тез. докл. науч.-техн. конф. «Чтения памяти В. Р. Кубачека». - Екатеринбург: УГГГА, 1999. - С. 23-25.
- 5 Савинова Н. В. Выбор критериев оптимизации при проектировании корпусов дробилок // Обогащение руд. - 2000. - №1. - С. 16-17
- 6 Савинова Н. В. Модели корпусов конусных дробилок // Технологическое оборудование для горной и нефтегазовой промышленности. Сб.докл. межд. науч.-техн. конф. «Чтения памяти В. Р. Кубачека». - Екатеринбург: УГГГА, 2002. - С. 111-115.
- 7 Савинова Н. В. Создание моделей к расчету станин конусных дробилок // Горные машины и автоматика. - 2003. - №6. - С. 21-24.
- 8 Бабенков И. С., Рыжиков Р. К. Некоторые вопросы теории дробления и разрушения горных пород. // Тр. Университета дружбы народов им. П. Лумумбы. Строительные и горные машины. Машиностроение, 1976. С. 128-132.
- 9 Бауман В. А., Быховский И. И. Вибрационные машины и процессы в строительстве. М.: Высшая школа, 1977. 354 с.
- 10 Бауман В. А., Клушанцев Б. В., Мартынов В. Д. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций. М.: Машиностроение, 1981. 324 с.
- 11 Башта Т. М. Гидропривод и гидропневмоавтоматика. М., Машиностроение, 1972, 320 с.
- 12 Башта Т. М. Машиностроительная гидравлика. М.: Машиностроение. 1971. 672 с.
- 13 Башта Т. М. Расчеты и конструкции самолетных гидравлических устройств. М.: Оборнгиз. 1961. 475 с.
- 14 Бебенков И. С. Некоторые вопросы теории дробления и разрушения горных пород и руд // Строительные и горные машины. Сб. тр. ун-та Дружбы народов. М.: 1976. с. 128-132.
- 15 Безруков О. П., Иванов Н. А., Кацман Я. М. Уточненный метод расчета перемещения материалов в камере дробления конусных дробилок // Обогащение руд, 1983. № 4. С. 3-6.

- 16 Беренов Д. И. Дробильное оборудование обогатительных и дробильных фабрик. М.: Metallurgizdat, 1958. 296 с.
- 17 Блехман И. И., Вайсберг Л. А. Институт «Механобр» – центр развития вибрационной техники в России // Обогащение руд, 1994. № 2. с. 31-38.
- 18 Блехман И. И., Иванов Н. А. Движение материала в камере дробления конусных дробилок как процесс вибрационного перемещения // Обогащение руд, 1977, № 2, с. 15-21.
- 19 Блехман И. И., Иванов Н. А. О пропускной способности и профилировании камеры дробления конусных дробилок // Обогащение руд, 1979. № 1. с. 24- 31.
- 20 Бочаров П. П., Печинкин А. В. Математическая статистика: Учебное пособие. М.: Изд. РУДН, 1994. 164 с.
- 21 Бронштейн И. Н., Семендяев К. А. Справочник по математике. М.: ГИТТМ. 1957.
- 22 Хан Г. А., Картушин В. П., Сорокер Л. В., Скрипчак Д. А. Автоматизация обогатительных фабрик. М.: Недра, 1974. 312 с.
- 23 Червяков С. А., Музеймек Ю. А. Повышение технического уровня эксплуатации конусных дробилок среднего и мелкого дробления // Изв. вузов. Горный журнал. 1996. № 12. с. 112-117.

А қосымшасы

Функционалды алгоритм



1 Сурет - Ұсақтау камерасы бойынша ұсақталмайтын заттың қозғалыс моделінің алгоритмі

Б қосымшасы

1 Кесте - Сфералық беттің күштері мен реакцияларын есептеу

Параметрдің атауы белгілеу	Белгі-ленуі	Мәні				
Сфералық беттің ортасынан ұсақталмайтын денеге дейінгі тік қашықтық, мм	$H_{нд}$	190	312	435	557	680
Сфералық беттің ортасынан ұсақталмайтын затқа дейінгі көлденең қашықтық	$B_{нд}$	662,5	772	881	991	1100
O_1 нүктесінен ұсақталмайтын затқа дейінгі қашықтық, мм	$L_{нд}$	2409	2530	2656	2786	2919
Ұсақталмайтын зат түскен кездегі күш, кН	$F_{нд}$	3205	3051	2907	2771	2645
Ұсату күшінің көкжиекке иілу бұрышы	ψ	0,00	2,77	5,29	7,58	9,66
Ұсақталмайтын заттағы күштің еңіс бұрышы	α	90,00	87,23	84,71	82,42	80,34
Ұсақталмайтын материалдағы көлденең құраушы күш	$F_{нд.г}$	0	123	245	368	490
Эксцентриктің ішкі бұрғылау реакциясы, кН	$R_э$	5170	5170	5170	5170	5170
Эксцентриктің сфералық бұрғылау реакциясы	$R_{сф}$	8050	8050	8050	8050	8050

2 Кесте - Қуат параметрлері және гидравликалық жүйенің параметрлері

№	Параметр атауы	Мәні
1	Ұсақтау күшінің көлденең компоненті, кН	5362
2	Ұсақтау күшінің тік компоненті, кН	4500
3	Ұсақтау күшін қамтамасыз ету үшін і-ші гидроцилиндр штокындағы күш	281,24
4	Гидроцилиндр поршөнінің диаметрі, мм	150
5	Гидроцилиндр өзегінің диаметрі, мм	90
6	Аккумуляторға ең жоғары ПБ кезінде түсетін сұйықтық көлемі-шокты ауыстыру, л	1,4
7	Аккумулятордың конструктивті көлемі, л	8,4

Б қосымшасының жалғасы

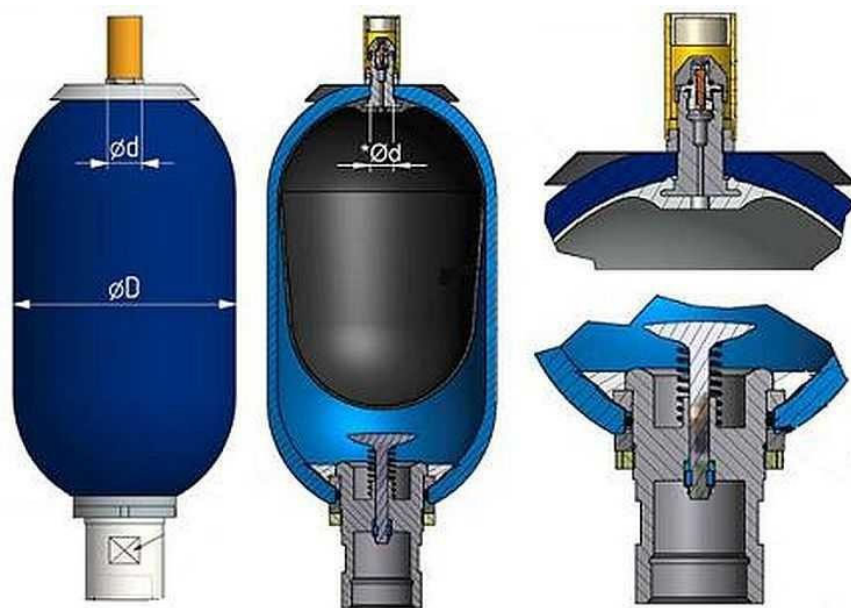
3 Кесте – ГЦ- өзегінің ең көп орын ауыстыруын есептеу

N п/п	$h_{нд}$	$b_{нд}$	L_{0a}	L_{ab}	L_{ocx}	L_{01cx}	β , рад	L_{ef}
1	190	660	687	50,3	729	2468	0,0204	67,9
2	240	707	746	54,7	776	2515	0,0218	72,4
3	291	753	808	59,2	822	2561	0,0231	76,9
4	341	800	870	63,7	869	2608	0,0244	81,4
5	392	847	933	68,4	916	2655	0,0258	85,7
6	442	893	997	73,0	962	2701	0,027	90,0
7	493	940	1061	77,8	1009	2748	0,0283	94,2
8	543	987	1126	82,5	1056	2795	0,0295	98,3
9	594	1033	1192	87,3	1102	2841	0,0307	102,3
10	644	1080	1257	92,1	1149	2888	0,0319	106,2

4 Кесте - ұсақтау камерасының төменгі бөлігінде ұсақталмайтын заттың жағдайы кезінде ГЦ-лер штоктарының созылуын есептеу

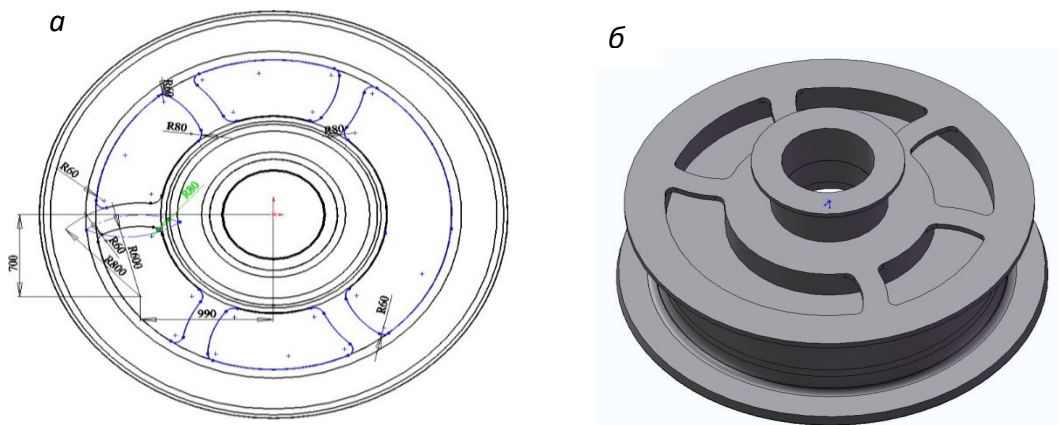
Параметрлердің белгіленуі	2 сурет бойынша ГЦ-лердің нөмірленуі								
	1	2; 16	3; 15	4; 14	5; 13	6; 12	7; 11	8; 10	9
$\alpha_{гц,i}$	180	157,5	135	112,5	90	67,5	45	22,5	0
$R_{гц,i}$	149	270	615	1131	1739	2348	2863	3208	3329
$h_{гц,i}$	4,8	8,6	19,6	36,1	55,5	74,9	91,3	102,3	106,2
$V_{ж,i}$, л	0,05	0,10	0,22	0,41	0,63	0,85	1,03	1,16	1,20
$P_{гц,i}$	25,17	25,3	25,73	26,38	27,19	28,04	28,81	29,35	29,55
$F_{гц,i}$, кН	284,6	286,2	290,9	298,2	307,3	317,0	325,7	331,8	334,0
$M_{гц,i}$, кНм	42,4	77,3	178,8	337,1	534,4	744,1	932,6	1064,4	1111,9
Қысымның ұлғаю коэффициенті $k = P_{гц,i}/P_{гц}$	1,007	1,013	1,029	1,055	1,087	1,122	1,153	1,174	1,182

С қосымшасы

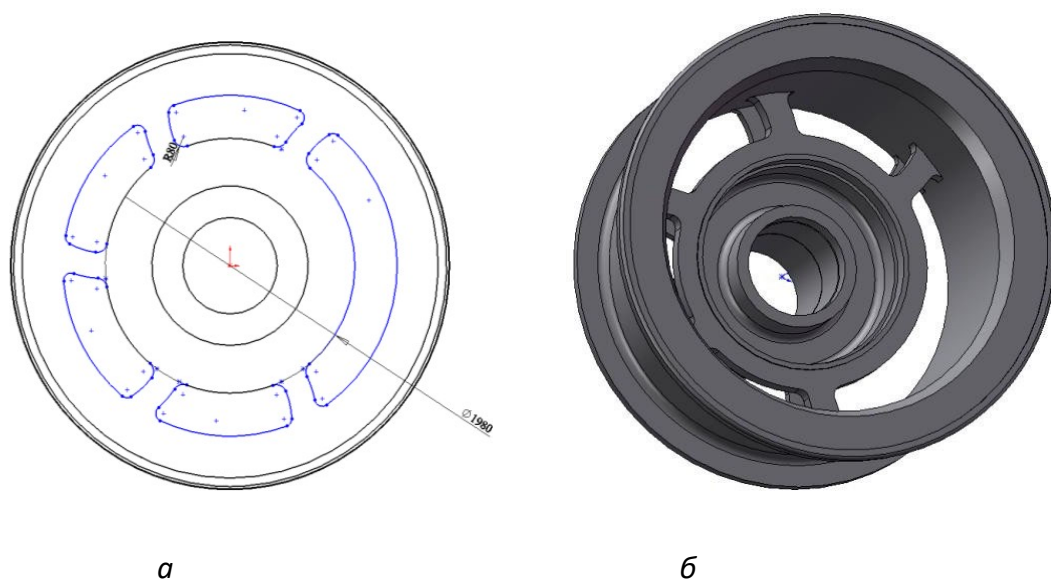


2 Сурет - Баллонды гидроаккумулятор

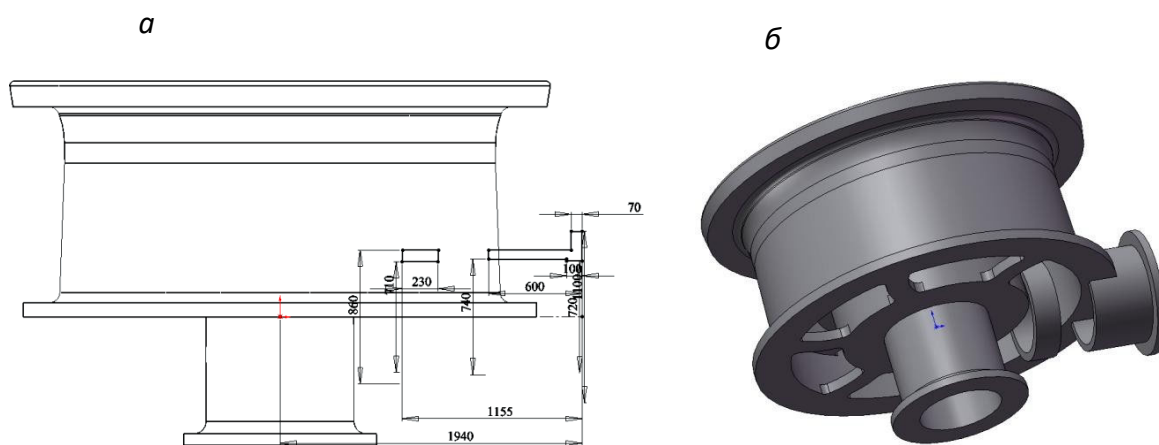
Д қосымшасы



3 Сурет - Тұғырдың (а) екінші эскизі және оның көлемдік моделі (б)



4 Сурет - Тұғырдың үшінші элементі (а) және оның көлемдік моделі (б)



5 Сурет - Тұғырдың төртінші элементі (а) және оның көлемдік моделі (б)

Д қосымшасының жалғасы

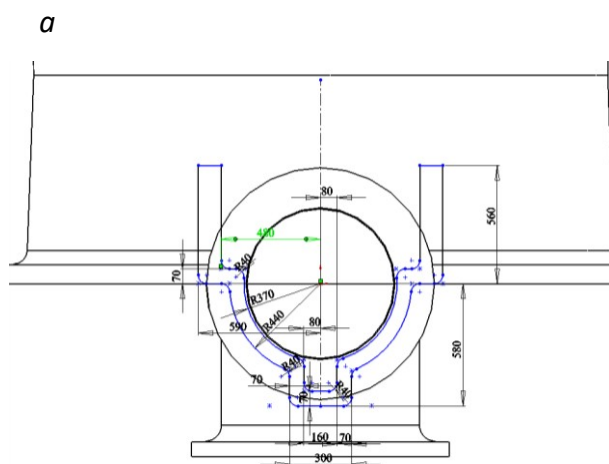


а

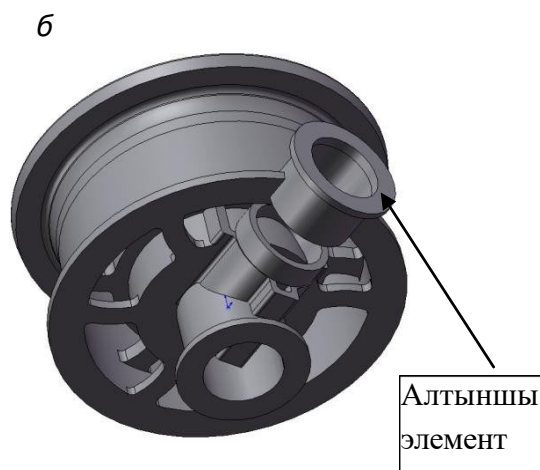


б

6 Сурет - Тұғырдың (а) бесінші элементі және оның көлемдік моделі (б)

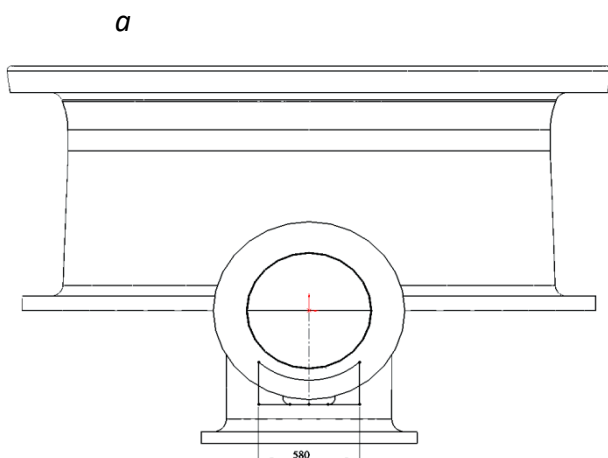


а



б

7 Сурет - Тұғырдың алтыншы элементі (а) және оның көлемді моделі (б)



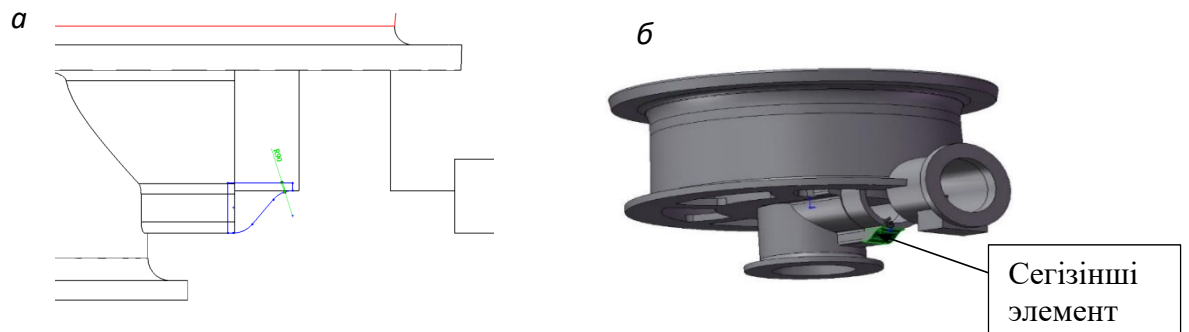
а



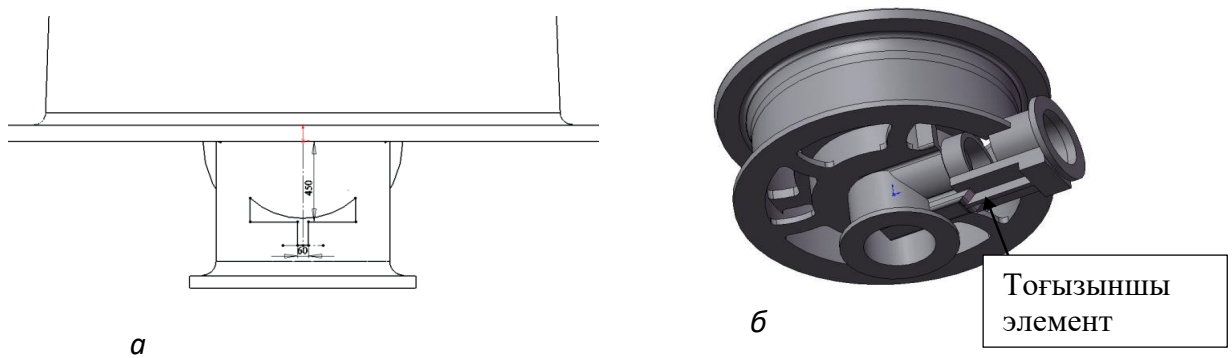
б

4.8 Сурет - Тұғырдың жетінші элементі (а) және оның көлемдік моделі (б)

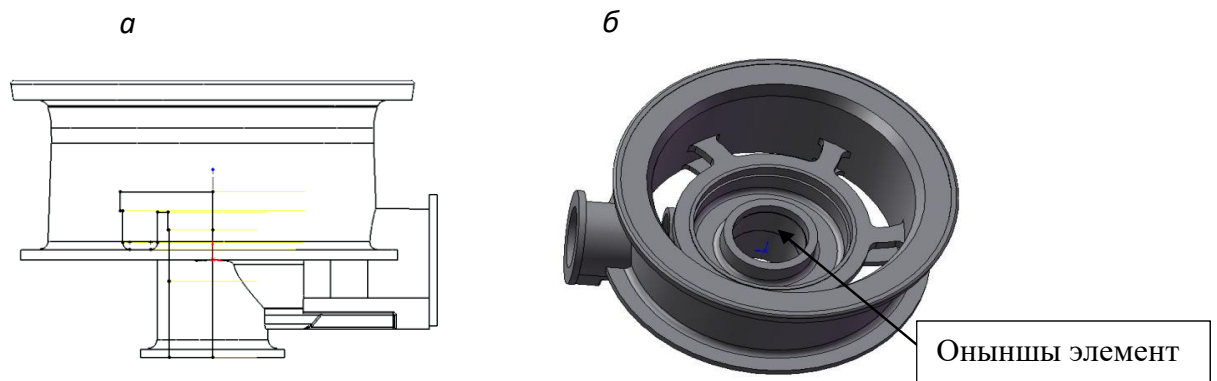
Д қосымшасының жалғасы



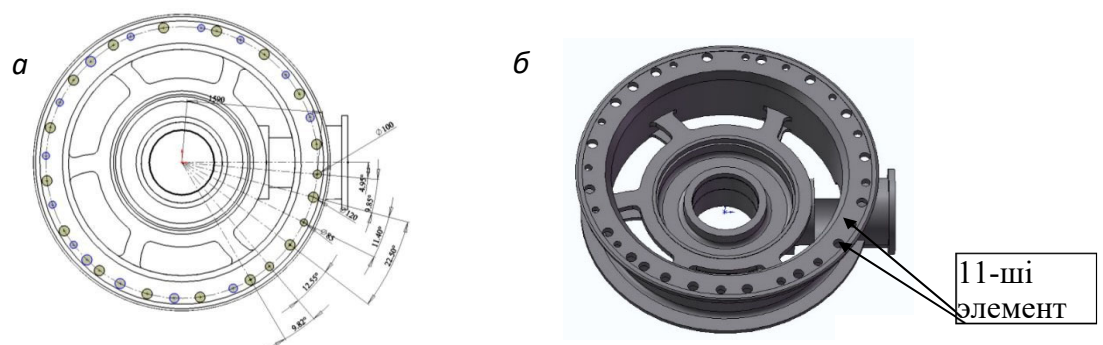
9 Сурет - Тұғырдың сегізінші элементі (а) және оның көлемді моделі (б)



10 Сурет - Тұғырдың тоғызыншы элементі (а) және оның көлемдік моделі (б)

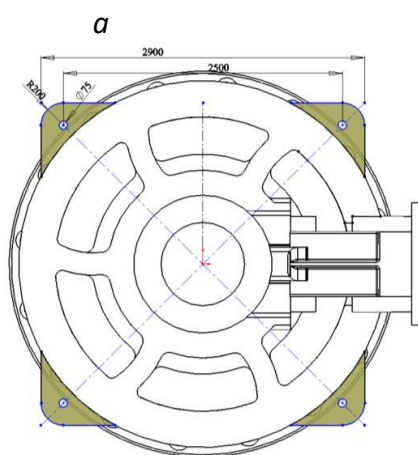


11 Сурет - Тұғырдың оныншы элементі (а) және оның көлемдік моделі (б)

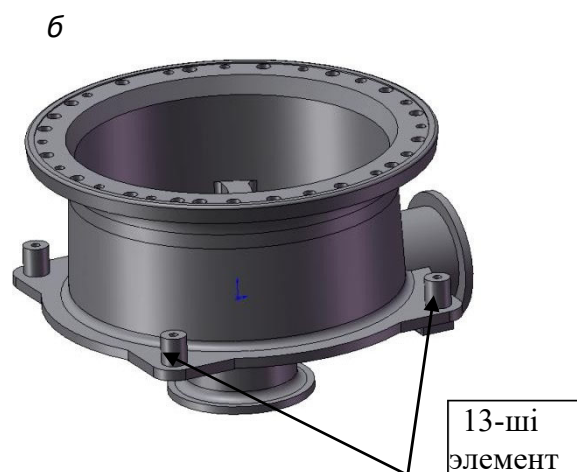
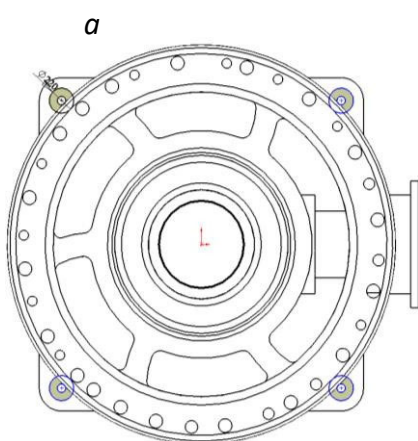


12 Сурет - Тұғырдың (а) он бірінші элементі және оның көлемдік моделі (б)

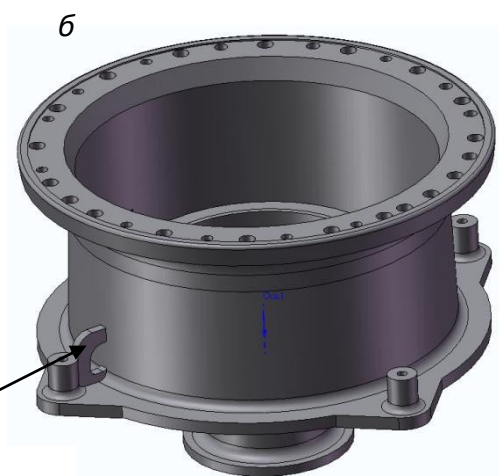
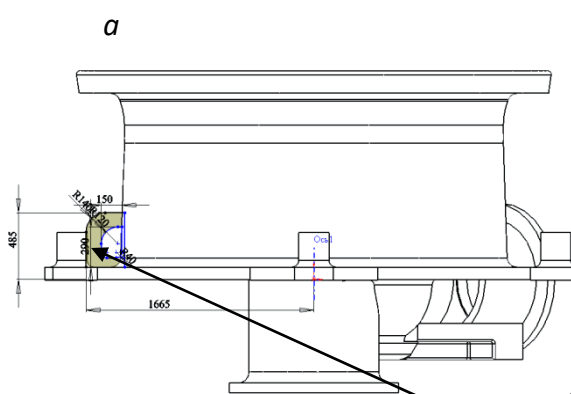
Д қосымшасының жалғасы



13 Сурет - Тұғырдың (а) он екінші элементі және оның көлемдік моделі (б)



14 Сурет - Тұғырдың (а) он үшінші элементі және оның көлемдік моделі (б)



15 Сурет - Тұғырдың (а) он төртінші элементі және оның көлемдік моделі (б)

ҒЫЛЫМИ ЖЕТЕКШІНІҢ ПІКІРІ

магистерлік диссертацияға

(жұмыстың атауы)

Лайық Қарлығаш

(магистранттың А.Т.Ж.)

7M07111 – Машиналар мен жабдықтардың цифрлық инженериясы

(мамандықтың шифры және атауы)

**Тақырып: Ұсақтап-уату жабдығының сенімділігін зерттеп, оны арттыру
мақсатында оперативті диагностика әдістерін пайдалана отырып,
практикалық ұсыныстар жасау**

Магистрант Лайық Қ. өзінің диссертациялық жұмысына дер кезінде кірісті. Ол қойылған міндеттерді орындау үшін тау кен саласында кеңінен қолданылатын конустық ұсақтап-уату жабдықтардың сенімділігін терең зерттеп, оперативті диагностика әдістері арқылы практикалық ұсыныстар жасады. Оперативті диагностика кезінде дәлелдігі мен сенімділігі жоғары заманауи цифрлық датчиктер мен аппаратура қолданылған. Диагностика кезіндегі мәліметтер арнайы компьютерлік программалар қолданып зерттелген.

Жабдықты қолдану барысында пайда болатын ақаулықтарды - гидравликалық система көмегімен жою жолдары қарастырылған. Зерттеудің нәтижесінде қолданыстағы ұсақтап-уату жабдықтардың гидравликалық системаларына біршама өзгерістер енгізу арқылы аталған істен шығулардың алдын алуға болатындығы анықталды.

Ұсақтап-уату жабдығының сенімділігін зерттеу эксперименталды түрде заманауи стендте, және компьютерлік моделдеу әдістермен дәлелденген. Тәжірибелік зерттеулер шынайы жағдайда жүргізілді.

Жалпы, диссертанттың алдына қойған міндеттері толық көлемде және нормативті құжаттар талабына сай орындалған, ғылыми жаңалығы мен тәжірибелік мәні бар жұмыс болып табылады.

Жоғарыда айтылған пікірге сай **Лайық Қ.** диссертациясы мемлекеттік аттестациялау комиссия алдында қорғауға ұсынуға, сонымен қатар «Машиналар мен жабдықтардың цифрлық инженериясы» мамандығы бойынша «Техника мен технология магистрі» дәрежесін иемденуге лайықты деп ойлаймын.

Ғылыми жетекші

Техн.ғыл. канд, профессор

(қызметі, ғылыми атағы)

Мырзахметов Б.А.

(қолы)

« 15 »

06

2021 ж.

РЕЦЕНЗИЯ

Магистерлік диссертацияға

(жұмыстың аты)

Лайық Қарлығаш

(Ф.И.О. обучающегося)

Лайық Қарлығаш

(оқушының А.Ж.Т.)

7M07111 – Машиналар мен жабдықтардың цифрлық инженериясы

(мамандықтың шифры және аты)

Тақырыбы: Ұсақтап-уату жабдығының сенімділігін зерттеп, оны арттыру мақсатында оперативті диагностика әдістерін пайдалана отырып, практикалық ұсыныстар жасау

Рецензияға ұсынылғаны:

а) графикалық/демонстрациялық бөлімі- слайдта

б) магистрлік диссертацияның жазбаша түсініктемесі - бетте

ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУЛЕР

Ұсақтап-уату жабдығының сенімділігін зерттеу эксперименталды түрде заманауи стендте, және компьютерлік моделдеу әдістермен дәлелденген. Тәжірибелік зерттеулер шынайы жағдайда жүргізілді.

Жалпы, диссертанттың алдына қойған міндеттері толық көлемде және нормативті құжаттар талабына сай орындалған, ғылыми жаңалығы мен тәжірибелік мәні бар жұмыс болып табылады.

Зерттеу нәтижелері Халықаралық конференциялар материалдарында жарияланған.

Айтарлықтай ескертулер диссертациялық жұмысқа жоқ, тек тілек бар – диссертациялық жұмыстағы ұсыныстарды өндіріске практикалық енгізу.

Жұмысқа баға

Диссертациялық жұмыс жоғары ғылыми-әдістемелік деңгейінде орындалған, қойылған мақсаттар мен міндеттерге қол жеткізілді, мазмұны мен безендірілуі нормативтік құжаттардың талаптарына сай орындалған.

Магистрант Лайық Қарлығаштың біліктілігі мен ғылыми деңгейі «Техника және технология магистрі» атаққа лайық, ал оның диссертациясы – "95%" -пайызбен бағалауға болады.

Рецензент

АУЭС-тің «Өндірістік жылу-энергетикасы»

Техника ғылымдарының кандидаты доцент

(должность, звание)

Мұсабеков Р.А.

(подпись)

«_____» 2021 жыл



Протокол анализа Отчета подоби́я Научным руководителем

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

Автор: Лайық Қарлығаш Анарбайқызы

Название: «Саптау-уату жабдығының сенімділігін зерттеп, оны арттыру мақсатында оперативті диагностика әдістерін пайдалана отырып, практикалық ұсыныстар жасау»

Координатор: Бейбит Мырзахметов

Коэффициент подоби́я 1:6.1

Коэффициент подоби́я 2:5.1

Замена букв: 10

Интервалы: 1

Микропробелы: 0

Белые знаки: 0

После анализа Отчета подоби́я констатирую следующее:

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

Обоснование: Диссертация антиплагиаттан тексеру нәтижесіндегі біршама қартықшылықтар (0,07%) мәңгіетранттық өз мақалаларына сілтеме жасамауымен байланысты. Алғашқы екі диссертациялық зерттеудің қабірын түсірмедегі көрсетуға ұсынамын.

18.06.2022

Дата

 Мырзахметов Б. А.

Подпись Научного руководителя

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

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

Автор: Лайық Қарлығаш Анарбайқызы

Название: Ұсақтап-уату жабдығының сенімділігін зерттеп, оны арттыру мақсатында оперативті диагностика әдістерін пайдалана отырып, практикалық ұсыныстар жасау»

Координатор: Бейбит Мырзахметов

Коэффициент подобия 1:6.1

Коэффициент подобия 2:5.1

Замена букв:10

Интервалы:1

Микропробелы:0

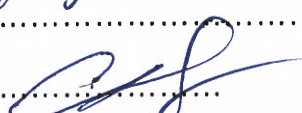
Белые знаки:0

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

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

Обоснование:

Отсутствуют заимствования. Являются добросовестными и не обладают признаками плагиата.

 12.05.2021

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

Работы допущены к защите

12.06.2021

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения