

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ ҒЫЛЫМ  
МИНИСТРЛІГІ

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

Ә. Бүркітбаев атындағы Энергетика және Машина жасау институты

«Технологиялық машиналар және жабдықтар» кафедрасы

Буланбаев Аслан Бейсенович

Тақырыбы: «ГШН-8-3-4000 тербелмелі станоктың жобасы, арнайы бөлімінде  
редукторды жаңғыртуды әзірлеу»

**ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА**

6B07107 – «Эксплуатациялық-сервистік инженерия»

Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ ҒЫЛЫМ  
МИНИСТРЛІГІ

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

Ә. Бүркітбаев атындағы Энергетика және Машина жасау институты

Технологиялық машиналар және жабдықтар кафедрасы

**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**

Кафедра меңгерушісі  
техн.ғыл.канд.,  
қауымдастырылған  
профессор

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ  
НАО «КазНУТ им.К.И.Сатпаева»  
Институт энергетик  
и машиностроения

Б.З. Калиев

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 ж.

**ДИПЛОМДЫҚ ЖОБА**

Тақырыбы: «ПШН-8-3-4000 тербелмелі станоктың жобасы, арнайы  
бөлімінде редукторды жаңғыртуды әзірлеу»

6В07107 – «Эксплуатациялық-сервистік инженерия»

Орындаған:

Буланбаев А.Б.

Пікір беруші  
«АЗТМ» АҚ,  
Қызметкерлерді басқару  
жөніндегі директор  
(ғылыми дәрежесі, атауы)

Түлемисов Е.К.

Аты жөні

Ғылыми жетекші  
техн.ғыл.канд.,  
қауымдастырылған профессор  
(ғылыми дәрежесі, атауы)

Бортебаев С.А.

Қолы

Аты жөні



Алматы 2024

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ ҒЫЛЫМ  
МИНИСТРЛІГІ

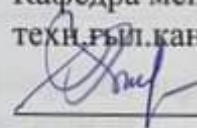
«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Ә. Бүркітбаев атындағы Энергетика және Машина жасау институты

Технологиялық машиналар және жабдықтар кафедрасы

/БЕКІТЕМІН

Кафедра меңгерушісі  
техн. ғыл. канд.,

 С.С. Ескулов  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 ж.

Дипломдық жоба орындауға  
ТАПСЫРМА

Білім алушы: Буданбаев Аслан Бейсенович

Тақырыбы: «ПШН-8-3-4000 тербелмелі станоктың жобасы, арнайы бөлімінде  
редукторды жаңғыртуды әзірлеу»

Университет Ректорының 2023 жылғы «04» желтоқсан №548-П/Ө бұйрығымен  
бекітілген.

Аяқталған жобаны тапсыру мерзімі 2024 жылғы «10» мамыр

Дипломдық жобаның бастапқы берілістері: «Ц2НШ-750 редукторының құрылысын  
зерттеу, оны корпус бөлімінде жаңғырту»

Дипломдық жобада қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Техникалық бөлімі: ПШН-8-3-4000 тербелмелі станок және оның жетек бөлімі  
туралы жалпы түсінік, техникалық сипаттамалары;

б) Есептеу бөлімі және арнайы бөлім: ПШН-8-3-4000 тербелмелі станоктың  
күштік және беріктік есебі, Ц2НШ-750 редукторының есебі;

в) Арнайы бөлім: Полимербетон редуктор корпус материалы ретінде қарастырылды;

г) Еңбек қорғау бөлімі: Қауіпсіздік шаралары және еңбек қорғау мәселелерін  
қарастырылды;

Сызба материалдар тізімі (5 парақ сызбалар көрсетілген)

1. ПШН-8-3-4000 тербелмелі станоктың жалпы көрінісі;
2. ПШН-8-3-4000 тербелмелі станоктың жинақ көрінісі;
3. Редуктор корпусының сызбасы;
4. Редуктор қақпазының сызбасы.
5. Бөлішек сызбасы;


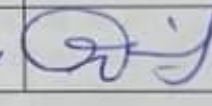
Ұсынылатын негізгі әдебиет 10 атаудан тұрады.

## Дипломдық жобаны даярлау

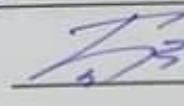
### КЕСТЕСІ

№	Бөлім атаулары	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімі	Ескерту
1	Жалпы бөлім	15.02.2024	
2	Есептік бөлім	28.03.2024	
3	Арнайы бөлім	26.04.2024	

Дипломдық жоба бөлімдерінің кеңесшілері мен норма бақылаушының аяқталған жобаға қойған қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған мерзімі	Қолы
Дипломдық жұмыс бөлімдері	Бортебаев С.А. техн.ғыл.канд., қауымдастырылған профессор	03.06.24	
Қалып бақылаушысы	Сарыбаев Е.Е. Аға оқытушы	06.06.24	

Ғылыми жетекшісі  Бортебаев С.А.

Тапсырманы орындауға білім алушы  Буланбаев А.Б.

Күні « \_\_\_ » \_\_\_ 2024 ж.

## **АНДАТПА**

Дипломдық жобада белгілі техникалық, конструктивті және ұйымдастырушылық шешімдер негізінде тербелмелі станоктың арнайы бөлімшесінде редукторды жаңғырту бойынша іс-шаралар өткізілді. Жобада оның құрылымы, жұмыс ерекшеліктері көрсетілген. Ц2НШ-750 редукторын жаңғырту бағыты болып оның корпус және қақпақ бөлшектерін композиттік материал – полимербетоннан құйып, әзірлеу таңдалды. Құю технологиясы дайындалып, материалдың беріктігін сынауға бағытталған зерттеулер жүргізілді.

## **АННОТАЦИЯ**

В дипломном проекте на основе известных технических, конструктивных и организационных решений были проведены мероприятия по модернизации редуктора в специальном отделении станка качалки. В проекте раскрыта его структура, особенности работы. Направлением модернизации редуктора Ц2НШ-750 была выбрана отливка и разработка его корпуса и крышки из композитного материала – полимербетона. Подготовлена технология литья, проведены исследования, направленные на испытание материала на прочность.

## **ANNOTATION**

In the diploma project, based on well-known technical, constructive and organizational solutions, measures were taken to modernize the gearbox in a special department of the rocking machine. The project reveals its structure and the specifics of its work. The direction of modernization of the gearbox Ts2NSh-750 was chosen casting and development of its body and lid made of composite material – polymer concrete. Casting technology has been prepared, and studies have been conducted aimed at testing the material for strength.

## МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	7
1	Жалпы бөлім	8
1.1	ПШН-8-3-4000 тербелмелі станогы	8
1.2	Ц2НШ-750 редукторы, техникалық сипаттамасы	10
2	Есептеу бөлімі	13
2.1	Тербелмелі станоктың күштік және беріктік есебі	13
2.2.1	Жұмыс барысындағы кривошиптің күштік есебі	17
2.2.2	Бос жүріс кезіндегі шеткі механизмнің күштік есебі	18
2.3	Ц2НШ-750 редукторының есебі	20
2.3.1	Тісті беріліс есебі	21
3	Арнайы бөлім	26
3.1	Полимербетоннан бұйым құю технологиясы	26
3.2	Сынамалардың құрамын даярлау технологиясы	28
3.3	Полимербетонның сипаттамаларын зерттеу	32
3.3.1	Жабдықтар, аспаптар мен құралдар	32
3.3.2	Сынақтарға дайындық	32
3.3.3	Үлгілердің беріктік және серпімділік көрсеткіштерін анықтау	33
3.3.4	Үлгілерді иілуге сынау	35
3.3.5	Үлгілерді сығылуға сынау	38
4	Тербелмелі станокты жөндеу және техникалық қызмет көрсету	39
5	Еңбекті қорғау және қауіпсіздік ережелері	41
	Қорытынды	42
	Пайдаланылған әдебиеттер	43

## КІРІСПЕ

Мұнай өнеркәсібінде мұнай өндірудің барлық механикаландырылған әдістерінің ішінен ең көп таралғаны - штангалық сорғы әдісі. Штангалық ұңғылық сорғы қондырғысы үш бөліктен тұрады-ұңғыма сорғысы, сорғы штангалары және жер үсті жетегі. Жер үсті жетегі қондырғылардың басым көпшілігінде тербелетін машина түрінде ұсынылған. Әлемдік тәжірибеге сүйенсек, жер үсті жабдықтарының нақты қызмет ету мерзімі 20-30 жылды құрайды.

Мұндай жетектің артықшылықтарымен қатар, олардың белгілі бір кемшіліктері бар. Мәселен, белдік берілістерін кеңінен қолдану белдіктердің сөзсіз сырғып кетуіне байланысты берілген штангалардың іліну нүктесінің (ШН), қозғалыс заңының бұрмалануына әкеледі. Бұл жағдайда сорғы қондырғысының беріліс коэффициенті айтарлықтай төмендеп, мұнайдың жетіспеушілігіне және әзірлеудің нақты көрсеткіштерінің есептік көрсеткіштерге сәйкес келмеуіне әкеледі.

Баланстық СК-нің негізгі кемшіліктеріне: редуктордың қызмет ету мерзімінің төмендігі (егер шетел өндірушілерінде ол 20 жыл болса, онда отандық өндірушілерде орта есеппен 5 жыл жұмыс істейді), түрлендіру механизмі элементтерінің бұзылуы, баланстық бас өндірісінің дәлсіздігіне байланысты және сағалық тығыздағыштың тез тозуына әкелетін арқан ілмегінің қанағаттанарлықсыз орталықтандырылуы, шатундардың саусақтарын ауыстырудың қолайсыздығы; жоғары тепе-теңдік кезінде жүктерді жылжытудың еңбек сыйымдылығы, сыналы беріліске қызмет көрсетудің, ұңғымаларды жерасты жөндеуден өткізер алдында теңгергіштің басын бұрудың қолайсыздығы. Жоғарыда келтірілген кемшіліктердің ішіндегі ең негізгісі - редуктордың төмен қызмет ету мерзімі. Бұл жұмыс редукторды модернизациялауға байланысты тербелетін станокты жаңартуды сипаттайды.

## 1 Негізгі бөлім

### 1.1 ПШН-8-3-4000 тербелмелі станогы

ПШН8-3-4000 штангалық сорғылардың жетегі (тербелмелі станок) терең ұңғымалардан мұнай өндіру кезінде штангалық ұңғыма сорғыларының жеке механикалық жетегіне арналған.

Жетектің шартты белгіленуінде:

ПШН – штангалық сорғылар жетегі;

8 – сағалық өзектегі максималды жүктеме, т;

3 - сағалық өзек жүрісінің ең үлкен ұзындығы, м;

4000 - редуктордың баяу жылдамдықты білігіндегі ең үлкен рұқсат етілген момент, М.

Кесте 1 - ПШН-8-3-4000 тербелмелі станогының техникалық сипаттамасы

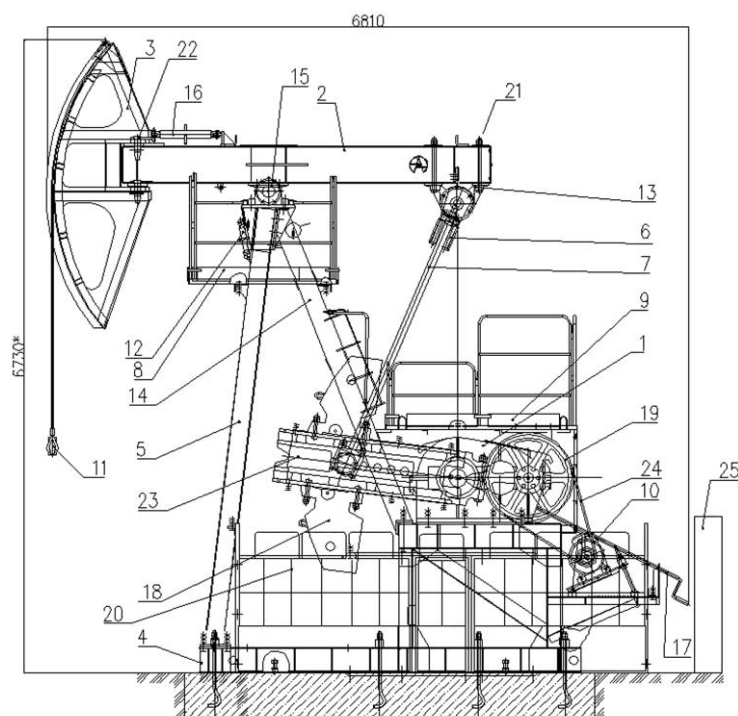
Көрсеткіш атауы	Мәні
Сағалық өзектегі максималды жүктеме, кН (кгс)	80 (8000)
Сағалық өзек жүрісінің ұзындығы, м	1.2; 1.6; 2.0; 2.5; 3.0
Редуктордың баяу жылдамдықты білігіндегі ең үлкен рұқсат етілген момент, кН×м (кгс×м)	40 (4000)
Теңгергіштің минутына жасайтын тербеліс саны	5,6...10
Редуктордың беріліс қатынасы	37,18
Электрқозғалтқыш Қуаты, кВт	30
Номиналды айналу жиілігі, айн/мин.	1000
Өлшемдері, мм	
- ұзындығы	6795
- ені (без ограждения)	2290
- биіктігі	5420
Жетек массасы, кг:	
- электржабдықтарынсыз;	12230
- электржабдықтарымен;	12300

Тербелетін станоктың негізгі түйіні - цилиндрлік, екі сатылы, Новиковтың шеврондық берілісті Ц2НШ-750 редукторы.

Тербелетін станоктың тербеліс саны (қос жүріс саны) келесі параметрлерді таңдаумен белгіленеді: қозғалтқыштың айналу жиілігі; электр қозғалтқышындағы жетек шкивінің диаметрі; беріліс коэффициенті.



Штангалық ұңғыма сорғыларының жетегі түрлендіру механизмінің асимметриялық кинематикалық схемасы бойынша орындалады.



1-редуктор; 2 – теңгеріш; 3 – теңгеріш басы; 4-жақтау; 5-тірек; 6-траверс; 7-шатун; 8-жоғарғы алаң; 9-қарау алаңы; 10-қозғалтқыш; 11-сағалық өзек; 12-стяжка; 13-траверс тірегі; 14-тірек; 15-тепе-теңдік тірегі; 16-стяжка; 17-құдық тежегіші; 18-қарсы салмақ; 19-шкив; 20-қоршау; 21-соңғы қосқыш; 22-саусак; 23-иін; 24-белдік; 25-басқару пульті.

1 сурет – ПШН8-3-4000 жетегінің негізгі құрамдас бөліктері:

Жақтау 4 жетектің құрамдас бөліктерін орналастыруға негіз болып табылады және жұмыс кезінде туындайтын барлық жүктемелерді өзіне қабылдайды. Жақтаудың негізі - көлденең байланысқан екі арна арқалығы. Жақтауға 5 тірек, 1 редуктор және 10 қозғалтқыш орнатылады.

Төрт аяқты тірек 5 профильді илемнен жасалған және жақтауға он екі болтпен бекітілген. Тіректің жоғарғы жағында теңгеріш тірегі орнатылған тақта бар. Теңгерішті бойлық бағытта жылжытуға және жетекті орнатқаннан кейін ұңғыманың ортасындағы сағалық өзектің орналасуын реттеуге мүмкіндік беретін бұрандалары бар төрт тіректақтаға пісірілген.

Теңгеріш 2 пісіріліп жасалған қорап қималы қосылыс. Теңгеріштің басы 3 айналмалы, балансирге төрт саусақпен бекітілген 22. Басын бұру үшін екі саусақты бұрылысқа қарама-қарсы жақтан алып тастау керек және басын бұру үшін 16 ілмекті пайдаланыңыз. 15 Теңгеріш тірегі-екі ұшы корпустарда орналасқан мойынтіректерге орнатылған ось. Осьтің ортаңғы бөлігіне сөре дәнекерленген, ол арқылы тірек теңгеріш корпусымен байланысқан.

Траверса 6-теңгергіш пен екі параллель шатунды байланыстыратын пісіріліп жасалған арқалық. 13 траверс тірегі теңгерішті траверспен шарнирлі біріктіреді.

7 Шатун құбырдан жасалған, оның бір ұшында байланыстырушы шатунның жоғарғы басы пісірілген, ал екінші жағында тірек бар. Шатунның жоғарғы басының осі шарнирлі мойынтіректің көмегімен траверске қосылады. 1 білік пен шатунның төменгі басы тірекке бекітіледі (2-сурет). Білік иін тесігіне салынып, 2-цаңга мен 4-шайба арқылы гайкалармен бекітіледі.

Сағалық өзектің жүріс ұзындығын өзгертуге арналған бес саңылауы бар 23 иін жетектің түрлендіргіш механизмінің жетекші буыны болып табылады. Моментті беру кілтке көмегімен жүзеге асырылады. Редуктор білігіне иінді мықтап бекіту екі болтпен қамтамасыз етіледі. 18 қарсы салмақтарды орнату үшін иінде Т-тәрізді ойықтар бар, олардың бойында рейкаорналастырылған және анықтамалық шкалалар бар. Қарсы салмақтарды иін бойымен жылжыту рейкамен байланысқан арнайы тұтқаның көмегімен жүзеге асырылады.

11 сағалық өзек аспасы берілісті жетектен сағалық өзекке беруге арналған. Ол Жоғарғы және төменгі 2 траверстен, екі арқан қысқыштан және сағалық өзек қысқыштарынан тұрады.

## **1.2 Ц2НШ-750 редукторы, техникалық сипаттамасы**

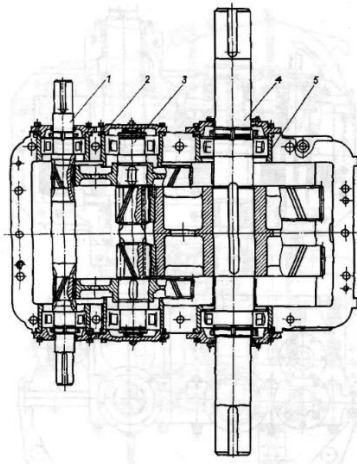
Редукторлар электр қозғалтқышынан тербелетін станок кривошиптеріне берілетін айналу жиілігін азайтуға арналған. Ц2НШ-750 типті редукторлар екі сатылы, Новиковтың цилиндрлік шевронды берілісімен жұмыс жасайды. Тербелетін станоктарда және штангалық ұңғыма сорғыларының басқа механикалық жетектерінде кеңінен қолданылады.

Ц2НШ-750 редукторының шартты белгіленуінде:

- Ц - Цилиндрлік,
- 2 - сатылы,
- Н - Новиков берілісімен жұмыс жасайтын,
- Ш - шевронды;
- 750 – ось аралық қашықтық мәні, мм;

Тербелетін станок редукторы - бұл Новиковтың ілінісуімен жасалған цилиндрлік шевронды тісті берілістердің екі жұбының жиынтығы. Яғни, редуктор екі цилиндрлік берілістен тұрады - кіші және үлкен диаметрлі және екі конустық доңғалақ - кіші және үлкен диаметрлі. Бұл редуктордың жұмыс принципі Цилиндрлік және конустық берілістердің тіркесіміне негізделген, бұл айналу жылдамдығын төмендетуге және шығаберіс білігіндегі моментті арттыруға мүмкіндік береді.

Редукторда қозғалысты беру Новиковтың ілінісуімен, шевронды тісті цилиндрлік берілісті екі саты арқылы жүзеге асырылады. Берілістің бірінші сатысы редуктор кіріс білігінен аралық білікке, ал берілістің екінші сатысы қозғалысты аралық біліктен беріліс қорабының шығаберіс білігіне береді.



1 – жетекші білік; 2 – мойынтірек қақпағы; 3 – аралық білік; 4 – жетелетін білік; 5 – мойынтірек қалқаны.

2 сурет – Ц2НШ типтес редуктор:

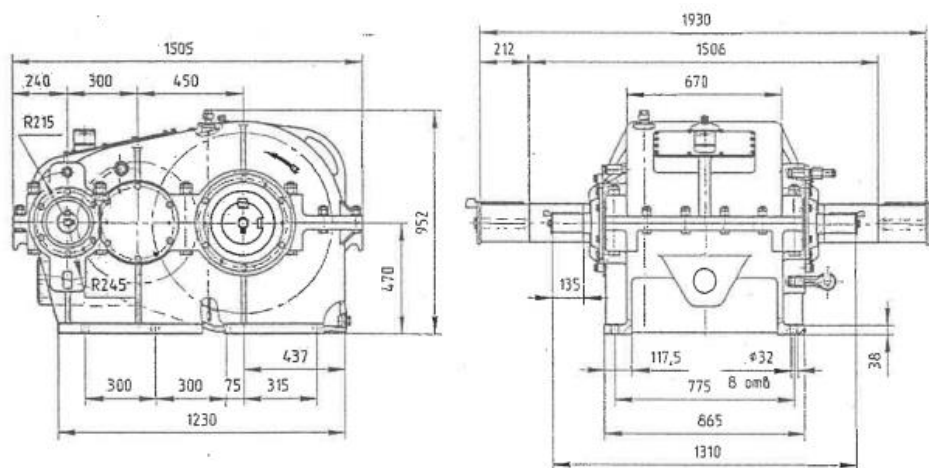
Әрбір шевронды беріліс қозғалыстың біркелкі және біркелкі берілуін және беріліс қорабының жоғары тиімділігін қамтамасыз ететін арнайы тіс пішініне ие. Новиковтың ілінісуі жылдамдықты тиімді төмендетуге және моментті күшейтуге, сонымен қатар шуды азайтуға және редуктордың сенімділігін арттыруға көмектеседі.

2 Кесте – Ц2НШ-750 редукторының техникалық сипаттамасы

Көрсеткіш атауы	Мәні
Баяу жүрісті біліктегі максимал айналу моменті, кНм (кгсм)	40 (4000)
Жылдам жүрісті біліктің номинал айналы жиілігі, айн/мин	200
Редуктордың тісті ілінісу түрі	Новиков
Жұмыс режимі	үздіксіз
Редуктордың беріліс қатынасы, $u_{\phi}$	37,18
Тісті ілінісу - I сатысы - 2 сатысы	$m=5, z=15/94$ $m=8, z=15/89$
Құйылатын май көлемі, л	120...140
Май маркасы	И-50А МЕМСТ 20799-88 Индустриалды майы

Ц2НШ-750 редукторы келесі бөлшектерден тұрады:

- Корпус;
- Қақпақ;
- Жылдам жүрісті білік-тістегеріштер
- Аралық білік, тісті дөңгелектерімен
- Баяу жүрісті білік, тісті дөңгелекпен
- Мойынтіректер
- Шеткі қақпақтар
- Манжеталар
- Люк қақпағы
- Ауа шығаратын бөлік
- Екі май көрсеткіш
- Жоңқаулағыш
- Майды ағызу тығыны;



3 сурет – Ц2НШ-750 редукторының габариттік және қосылатын өлшемдері

Жетекші білік ұштарында сыналы берілістің жетелетін шкиві мен тежегіш шкиві, ал жетелетін біліктің екі ұшына да кривошиптер орнатылады. Білік осьтеріне қуыстары бар редуктор корпусы май ваннасын қалыптастырады. Ілініс майлануы - картерлі, батырумен. Аралық және жетелетін біліктердің тіректерін майлау - мәжбүрлі картерлі, жылдам жүрісті біліктікі - картерлі.

Корпус редуктордағы май деңгейін және тыныс алу клапанын бақылау үшін екі бақылау тығынымен жабдықталған. Тербелетін станоктың редукторы штангалық типтегі ұңғыма қондырғыларының жетегіндегі металл жақтауға орнатылады.

## 2 Есептеу бөлімі

### 2.1 Тербелмелі станоктың беріктік және күштік есебі.

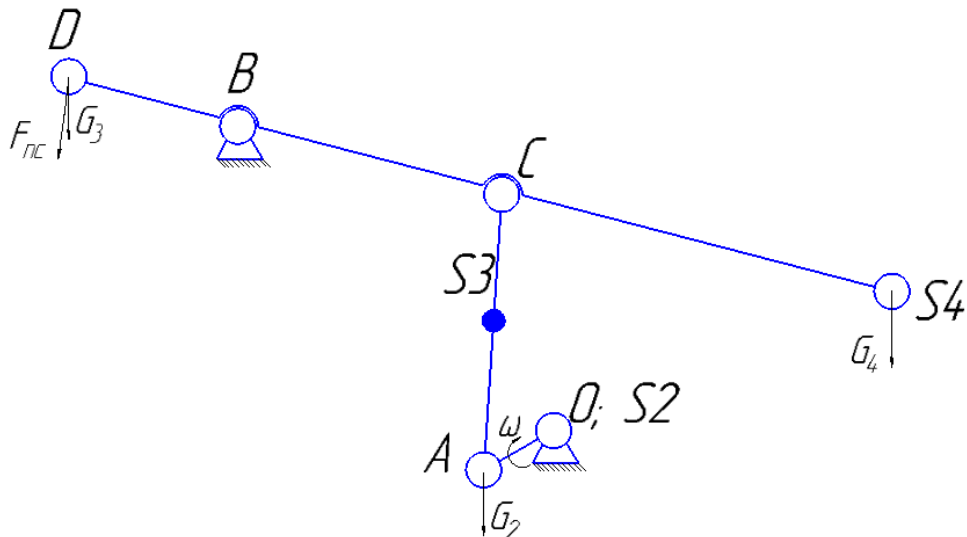
Күштік есептеудің мақсаты-механизмнің кинематикалық жұптарындағы реакцияларды анықтау. Даламбер принципіне сәйкес инерция күштері мен буындардың инерция күштерінің моменттері жылжымалы буындарға шартты түрде қолданылады, сондамеханизмнің барлық буындары қозғалмайды.

Кинематикалық есептеуде аксиомалар мен статика теоремалары, соның ішінде күштер жүйесінің тепе-теңдік шарттары қолданылады:

$$\sum \bar{F} = 0, \sum M = 0 \quad (1)$$

мұндағы  $\sum \bar{F}$  - күштердің векторлық қосындысы;

$\sum M$  - кез келген нүктеге қатысты күш моменттерінің қосындысы.



4 сурет – Тербелетін станоктың кинематикалық схемасы

Күштік есептеу алдымен 2<sub>2</sub> (3 - 4) диада үшін, содан кейін тірегі бар бастапқы сілтеме үшін жүргізіледі. Құрылымдық топтарда статикалық анықталатын міндеттер туындайды. Күштік есептеу механизмнің екі позициясы үшін жүзеге асырылады, осылайша бір позиция жұмыс барысына сәйкес келеді (3 - позиция), ал екіншісі бос (9-позиция).

Ауырлық күштері, шоғырланған инерция күштері, буындардың инерция күштерінің моменттері формулалар бойынша есептеледі:

$$\bar{G} = m_i \cdot g, \quad (2)$$

$$F_{ui} = - m_i \cdot a_{si}, \quad (3)$$

$$M_{ui} = -J_{si} \cdot \varepsilon_i, \quad (4)$$

$$F_{ui} = m_i \cdot a_{si}, \quad (5)$$

$$M_{ui} = J_{si} \cdot \varepsilon_i \quad (6)$$

мұндағы  $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ;

$G$  – буындарының ауырлық күші, Н;

$g = 9.81 \text{ м/с}^2$  – еркін түсу үдеуі;

$m_i$  – салмағы, кг;

$a_{si}$  –  $i$  - буындарының масса центрінің үдеуі,  $\text{м/с}^2$ ;

$\varepsilon_i$  –  $i$  - буындарының бұрыштық үдеуі,  $\text{м/с}^2$ ;

$J_{si}$  –  $i$  - буындарының инерция моменті, Н;

$F_{ui}$  – буындарының инерция күштері, Н;

$M_{ui}$  –  $i$  - буындарының инерция күштерінің моменті, Дж.

Төмендегі кестелерде механизмнің 9-шы және 1-ші позицияларындағы күштік есептеуге мәліметтер, масса центрлерінің үдеулері, бұрыштық үдеулер туралы мәліметтер келтірілген.

3 Кесте - Механизмнің тән нүктелері мен буындарының үдеулері

Позиция №	Механизм жүрісі	$a_a$	$a_b$	$a_{s2}$	$a_{s3}$	$a_{s4}$	$a_d$	$a_{ab}$	$a_{bc}$	$\varepsilon_3$	$\varepsilon_4$
9	Жұмыс барысы	0,28	0,16	0	0,22	0,23	0,20	0,14	0,16	0,14	0,35
1	Бос жүріс	0,28	0,86	0	0,57	0,23	1,21	0,58	0,86	0,55	0,51

4 Кесте - Күштік есептеуге арналған бастапқы мәнде

№	Параметр атауы	Параметрді белгілеу	Өлшемі	Мәні	
				Жұмыс жүрісі	Бос жүріс
1	Кривошип массасы	$m_2$	кг	16,4	16,4
2	Кривошип масса центрінің үдеуі	$a_{s2}$	$\text{м/с}^2$	0	0
3	Кривошип инерция күші	$F_{u2}$	Н	0	0

4	Шатун массасы	$m_3$	кг	21,3	21,3
5	Шатун масса центрінің үдеуі	$a_{S3}$	$m/c^2$	17	66
6	Шатун инерция күші	$F_{u3}$	Н	362,1	1405,8
7	Иін массасы	$m_4$	кг	1020	1020
8	Иін масса центрінің үдеуі	$a_{S4}$	$m/c^2$	0,2331	0,2331
9	Иін инерция күші	$F_{u4}$	Н	237,74	237,74
10	Масса центріне қатысты кривошип инерция моменті	$J_{S2}$	$кг \cdot м^2$	—	—
11	Кривошип бұрыштық үдеуі	$\varepsilon_2$	$1/c^2$	0	0
12	Кривошип инерция күштерінің моменті	$M_{u2}$	Н·м	0	0
13	Масса центріне қатысты шатунның инерция моменті	$J_{S3}$	$кг \cdot м^2$	23,3	23,3
14	Шатун бұрыштық үдеуі	$\varepsilon_3$	$1/c^2$	0,074	0,209
15	Шатунның инерция күштерінен туындайтын момент	$M_{u3}$	Н·м	1,734	4,883
16	Масса центріне қатысты иіннің инерция моменті	$J_{S4}$	$кг \cdot м^2$	56	56
17	Иіннің бұрыштық үдеуі	$\varepsilon_4$	$1/c^2$	0,018	5,351

18	Иіннің инерция күштерінен туындайтын момент	$M_{u4}$	Н·м	1,06	299,7
19	Кривошип салмағы	$G_2$	Н	160,72	160,72
20	Шатун салмағы	$G_3$	Н	208,74	208,74
21	Иін салмағы	$G_4$	Н	9996	9996
22	Пайдалы қарсылық күшінің шамасы	$F_{\text{пс}}$	Н	11000	8000

3 және 4 буындардың (шатун мен иіннің) күштік есебі Даламбердің шарты бойынша жұмыс кезінде шатун тепе-теңдікте болып, қозғалмайды.

В нүктесіне қатысты шатундағы күш моменттерінің алгебралық қосындысы 0-ге тең.

$$\sum M_{B3} = 0, \quad (7)$$

$$\sum M_{B3} = R_{23}^r \cdot AB - G_3 \cdot h_{G3} - F_{u3} \cdot h_{Fu3} + \frac{M_{u3}}{\mu_1} = 0, \quad (8)$$

мұндағы  $h_{G3} = 8$ ;  
 $h_{Fu3} = 4$ ;  
 $\mu_1 = 0,0175$  м/мм.

$$R_{23}^r = \frac{(-\frac{M_{u3}}{\mu_1} + G_3 \cdot h_{G3} + F_{u3} \cdot h_{Fu3})}{AB}, \quad (9)$$

$$R_{23}^r = \frac{(-\frac{1,734}{0,0175} + 208,74 \cdot 8 + 362,1 \cdot 4)}{0,52} = 1677,3343 \text{ Н} = 1,67 \text{ кН}$$

Даламбер принципі бойынша 3, 4 буындары тепе-теңдік күйінде болады:

$$\sum M_{B4} = 0, \quad (10)$$

$$\sum M_{B3} = R_{14}^r \cdot BC - G_4 \cdot h_{G4} + F_{u4} \cdot h_{Fu4} + F_{\text{пс}}^r \cdot h_{F\text{пс}} - \frac{M_{u3}}{\mu_1} = 0 \quad (11)$$

мұндағы  $h_{G4} = 2$ ;  
 $h_{Fu4} = 4$ ;



$$h_{F_{nc}} = 0,1;$$

$$\mu l = 0,0175 \text{ м/мм.}$$

$$R_{14}^r = \frac{(\frac{M_{u3}}{\mu l} + G_4 \cdot h_{G4} - F_{u4} \cdot h_{F_{u4}} - F_{nc}^r \cdot h_{F_{nc}})}{BC} \quad (12)$$

$$R_{14}^r = \frac{(\frac{1,734}{0,0175} + 9996 \cdot 2 - 237,74 \cdot 4 - 11000 \cdot 0,1)}{0,88} = 12001,1134 \text{ Н} = 12 \text{ кН} \quad (13)$$

3 және 4 буындарда қолданылатын тепе-теңдік күштерінің теңдеулері:

$$\sum \overline{R}_{34} = 0, \quad (14)$$

$$\overline{R}_{23}^n + \overline{R}_{23}^r + \overline{F}_{u3} + \overline{G}_3 + \overline{F}_{u4} + \overline{G}_4 + \overline{R}_{14}^r = 0; \quad (15)$$

$$u_f = \frac{R_{14}^r}{100} = \frac{12001,1134}{100} = 120.0111 \text{ м/мм}$$

Векторлардың ұзындығы:

$$\overline{R}_{23}^r = \frac{R_{23}^r}{u_f} = 13,9765; \overline{G}_3 = \frac{G_3}{u_f} = 1,7393; \overline{F}_{u3} = \frac{F_{u3}}{u_f} = 3,0172;$$

$$\overline{F}_{u4} = \frac{F_{u4}}{u_f} = 1,981; \overline{G}_4 = \frac{G_4}{u_f} = 1,7393; \overline{F}_{nc} = \frac{F_{nc}}{u_f} = 91,6582;$$

$$R_{23} = 5; R_{14} = 2; \overline{R}_{23} = R_{23} \cdot u_f = 600; \overline{R}_{14} = R_{14} \cdot u_f = 240;$$

3-ші буынның тепе-теңдігін қарастырамыз:

$$\sum \overline{F}_3 = 0; \overline{R}_{23} + \overline{R}_{43} + \overline{F}_{u3} + \overline{G}_3 = 0, \quad (16)$$

$$R_{43} = 5,$$

$$\overline{R}_{43} = R_{43} \cdot u_f = 5 \cdot 120 = 600;$$

2.2.1 Жұмыс барысындағы кривошиптің күштік есебі. О нүктесіне қатысты күш моменттерінің тепе-теңдік шартын қарастырыңыз.

$$\sum M_0 = 0; \sum M_{B3} = R_{23} \cdot h_{32} + F_{yp} \cdot h_{yp} = 0; \quad (17)$$

$$\text{мұндағы } h_{32} = 12;$$

$$h_{yp} = 14;$$

$$F_{yp} = \frac{-R_{23} \cdot h_{32}}{h_{yp}} = \frac{-5 \cdot 12}{14} = -4,2857 \text{ Н} = -0,004 \text{ кН}$$

Тіректің реакциясын екінші буынға әсер ететін күштердің тепе-теңдік жағдайынан анықтаймыз.

$$\sum \overline{F}_2 = 0; \overline{R}_{32} + \overline{R}_{12} + \overline{F}_{u2} + \overline{G}_2 + \overline{F}_{yp} = 0; \quad (18)$$

Векторлардың ұзындығы:

$$\overline{R}_{23} = \frac{R_{23}}{u_f} = 0,04174; \overline{G}_2 = \frac{G_3}{u_f} = 1,3392; \overline{F}_{yp} = \frac{-F_{yp}}{u_f} = 0,0357; \quad (19)$$

$$R_{12} = 8; \overline{R}_{12} = R_{12} \cdot u_f = 960,0891;$$

Қозғаушы (айналу) момент, Нм:

$$M_{yp} = -F_{yp} \cdot OA = -4,2857 \cdot -0,71 = 3,0857; \quad (20)$$

Механизмнің лездік қуаты, Вт:

$$P_1 = M_{yp} \cdot \omega = 1,9388; \quad (21)$$

2.2.2 Бос жүріс кезіндегі шеткі механизмнің күштік есебі. Даламбердің шарты бойынша шатун тепе-теңдікте, ол қозғалмайды. В нүктесіне қатысты байланыстырушы өзектегі күш моменттерінің алгебралық қосындысы 0-ге тең.

$$\sum M_{B3} = 0, \sum M_{B3} = R_{23}^r \cdot AB - G_3 \cdot h_{G3} - F_{u3} \cdot h_{Fu3} + \frac{M_{u3}}{u_1} = 0; \quad (22)$$

мұндағы  $h_{G3} = 23;$   
 $h_{Fu3} = 3;$   
 $u_1 = 0.0175 \text{ м/мм.}$

$$R_{23}^r = \frac{(-\frac{M_{u3}}{u_1} \cdot G_3 \cdot h_{G3} + F_{u3} \cdot h_{Fu3})}{AB} = 4855,0482 \text{ Н} = 4,85 \text{ кН}$$

Даламбер принципі бойынша 3, 4 буындар тепе-теңдік күйінде болады:

$$\sum M_{B4} = 0; \quad (23)$$

$$\sum M_{B4} = R_{14}^r \cdot BC - G_4 \cdot h_{G4} + F_{u4} \cdot h_{Fu4} + F_{nc}^r \cdot h_{Fnc} - \frac{M_{u4}}{u_1} = 0; \quad (24)$$

мұндағы  $h_{G4}=30$ ;  
 $h_{Fu4}=126$ ;  
 $h_{Fnc}=37$ ;  
 $u_1=0.0175$  м/мм.

$$R_{14}^r = \frac{\left(\frac{M_{u3}}{u_1} + G_4 \cdot h_{G4} + F_{u4} \cdot h_{Fu4} - F_{nc}^r \cdot h_{Fnc}\right)}{BC} = 5,96 \text{ кН}$$

3 және 4 буындарда қолданылатын тепе-теңдік күштерінің теңдеулері:

$$\sum \overline{R}_{34} = 0, \overline{R}_{23}^n + \overline{R}_{23}^r + \overline{F}_{u3} + \overline{G}_3 + \overline{F}_{u4} + \overline{G}_4 + \overline{R}_{14}^r + \overline{R}_{14}^n = 0; \quad (25)$$

$$u_f = \frac{R_{14}^r}{100} = 59,6625 \text{ м/мм}$$

Векторлардың ұзындығы:

$$\overline{R}_{23}^r = \frac{R_{23}^r}{u_f} = 81,3752; \overline{G}_3 = \frac{G_3}{u_f} = 3,4987; \overline{F}_{u3} = \frac{F_{u3}}{u_f} = 23,5625;$$

$$\overline{F}_{u4} = \frac{F_{u4}}{u_f} = 3,9848; \overline{G}_4 = \frac{G_4}{u_f} = 167,5425; \overline{F}_{nc}^r = \frac{F_{nc}^r}{u_f} = 134,0876;$$

$$R_{23} = 24; R_{14} = 104; \overline{R}_{23} = R_{23} \cdot u_f = 1431,89;$$

$$\overline{R}_{14} = R_{14} \cdot u_f = 6204,89;$$

3-ші буынның тепе-теңдігін қарастырамыз:

$$\sum \overline{F}_3 = 0; \overline{R}_{23} + \overline{R}_{43} + \overline{F}_{u3} + \overline{G}_3 = 0; \quad (26)$$

$$R_{43} = 5; \overline{R}_{43} = R_{43} \cdot u_f = 1431,89;$$

О нүктесіне қатысты күш моменттерінің тепе-теңдік шартын қарастырайық.

$$\sum M_0 = 0; \sum M_{B3} = R_{23} \cdot h_{32} + F_{yp} \cdot h_{yp} = 0; \quad (27)$$

мұндағы  $h_{32}=26$ ;

$$h_{yp}=28.$$

$$F_{yp} = \frac{-R_{23} \cdot h_{32}}{h_{yp}} = - 22.2857 \text{ Н} = - 0,022 \text{ кН}$$

Тіректің реакциясын екінші буынға әсер ететін күштердің тепе-теңдік жағдайынан анықтаймыз.

$$\Sigma \overline{F}_2 = 0; \overline{R}_{32} + \overline{R}_{12} + \overline{F}_{u2} + \overline{G}_2 + \overline{F}_{yp} = 0;$$

Векторлардың ұзындығы:

$$\overline{R}_{23} = \frac{R_{23}}{u_f} = 0,4023; \overline{G}_2 = \frac{G_2}{u_f} = 2,6938; \overline{F}_{yp} = \frac{-F_{yp}}{u_f} = 0,3735;$$

$$R_{12} = 7; \overline{R}_{12} = R_{12} \cdot u_f = 417,6374;$$

Қозғаушы (айналу) момент, Нм:

$$M_{yp} = - F_{yp} \cdot OA = 16,0457;$$

Механизмнің лездік қуаты, Вт:

$$P_1 = M_{yp} \cdot \omega = 10,0818;$$

Айналмалы жұпта реакцияның шамасы мен бағыты анықталуы керек деген қорытынды жасауға болады, өйткені оның қолдану нүктесі жұптың айналу осіне сәйкес келеді. Күштік есептеу барысында механизмнің буындарына қолданылатын сыртқы күштер анықталды, олардың әсерінен механизмнің кинематикалық жұптарында реакциялар табылды.

### 2.3 Ц2НШ-750 редукторының есебі

Ц2НШ-750 редукторы цилиндрлік екі сатылы редукторға жатады, олар айналу жиілігін төмендетуге арналған.

Бастапқы мәндер:  $T_{ш}=40000$  Нм – баяу жүрісті біліктегі айналу моменті;

$n_{ш}=42 \frac{\text{айн}}{\text{мин}}$  - шығатын айналу жиілігі;

$i=37,18$  – Беріліс саны;

$t=5000$  сағ – жұмыс ресурсы.

*Кинематикалық есеп. Беріліс саны.* Редуктордың жалпы беріліс санын  $i=37,18$  бірінші және екінші сатылар арасында бөлейік:

$$I_{ж.ж.} = 0,75 \cdot \sqrt[3]{i^2} = 8,35, \quad (28)$$

$$I_{б.ж.} = \frac{i}{i_б} = 4,45; \quad (29)$$

Аралық біліктің айналу жиілігі:

$$N_{ар} = n_{ш} \cdot i_{б.ж.} = 42 \cdot 4,45 = 187 \text{ айн/мин}; \quad (30)$$

Жылдам жүрісті білік айналу жиілігі:

$$N_{к} = n_{ар} \cdot i_{ж.ж.} = 187 \cdot 8,35 = 1561 \text{ айн/мин}; \quad (31)$$

Аралық біліктегі айналу моменті:

$$T_{к} = \frac{T_{ш}}{i \cdot \eta} = \frac{40000}{37,18 \cdot 0,91} = 1182 \text{ Нм}; \quad (32)$$

$$T_{пр} = T_{к} \cdot i_{ж.ж.} \cdot \eta = 1182 \cdot 8,35 \cdot 0,91 = 8981 \text{ Нм}; \quad (33)$$

мұндағы  $\eta = 0,91$  – жетек ПӘК-і.

*2.3.1 Тісті беріліс есебі.* Металл таңдау және термиялық өңдеу режимі. Салыстырмалы түрде шағын өлшемдер мен редуктордың қымбат емес құнын алу қажет болған жағдайда дөңгелектер мен тісті доңғалақтарды жасау үшін қымбат емес құрылымдық легирленген, ТУ 14-1-314-72 жақсартуымен 40X маркалы болаттандалады.

Тісті дөңгелек: материалы – болат 40X МЕМСТ 4543-71. Тісті дөңгелектің термиялық өңдеуін таңдаймыз – жақсарту мен шынықтыру. Шекті иілу кернеуі:  $\sigma = 750$  МПа; НВ=220;

Дөңгелек: материалы - болат 40X МЕМСТ 4543-71. Дөңгелектің термиялық өңдеуін бекітеміз – жақсарту. Шекті иілу кернеуі:  $\sigma = 640$  МПа; НВ=200;

*Рұқсат етілетін кернеулер.* Ұсынымдарға сәйкес рұқсат етілген құрылымдықтөзімділікті есептеу кезінде кернеулер келесі формула бойынша анықталады:

$$\Sigma_H = \left[ \frac{\sigma_H \cdot \lim b}{S_H} \right] \cdot K_{HL} \quad (34)$$

мұндағы  $\sigma_H \cdot \lim b$  - тістердің беттерінің байланысқа төзімділігінің негізгі шегі,

$N_{HO}$  циклдердің негізгі санына сәйкес келеді;

$S_H$  – ұсыныстар мен жақсартуларға сәйкес қауіпсіздік байланысын  $S_H = 1,1$  деп алады;

$K_{HL}$  - төзімділік коэффициенті.

Қалыпқа келтіру және жақсарту кезінде тістердің бетінің қаттылығы  $HB \leq 350$  болғанда байланысқа төзімділіктің негізгі шегі келесі тәуелділікпен анықталады:

$$\Sigma_H \cdot \lim b = 2 \cdot HB + 30 \quad (35)$$

мұндағы  $HB$  – тістердің беттерінің қаттылығы.

Қызмет ету мерзімінің әсерін ескеретін және беріліс жүктемесінің режимін ескеретін - төзімділік коэффициенті келесі тәуелділік бойынша анықталады:

$$K_{HL} = \sqrt[t]{\frac{N_{HO}}{N_H}} \quad (36)$$

мұндағы  $N_{HO}$  - металдың қаттылығына байланысты анықталатын циклдердің базалық саны;

$N_H$  - жүктеме циклдерінің нақты саны;

Тұрақты жүктеме режимі үшін циклдардың есептік саны келесі формула бойынша анықталады:

$$N_H = 60 \cdot n \cdot C \cdot T \quad (37)$$

мұндағы  $n$  - металынан біз рұқсат етілген кернеуді анықтайтын дөңгелектің айналу жиілігі (айн / мин),

$C$  - 1 дөңгелектің айналымы үшінтістің ілінісуінің саны ( $C=1$  қабылданады),

$T$  – берілістің есептік қызмет мерзімінде жасайтын жұмыс сағаттары ( $T=5000$ ).

Екі сатыдағы дөңгелектер үшін:

$$\Sigma_H^K \lim b = 2 \cdot 200 + 30 = 430 \text{ МПа} \quad (38)$$

Екі сатыдағы тісті дөңгелектер үшін:

$$\Sigma_H^K \lim b = 2 \cdot 220 + 30 = 430 \text{ МПа} \quad (39)$$

n, C, T үшін сандық мәндерді(4) формулаға қойып, алатынымыз:

$$N_H^1 = 60 \cdot 1183 \cdot 1 \cdot 5000 = 3549 \cdot 10^5 \text{ (цикл)} \quad (40)$$

$$N_H^2 = 60 \cdot 135 \cdot 1 \cdot 5000 = 405 \cdot 10^5 \text{ (цикл)} \quad (41)$$

$N_{HO} = 10 \cdot 10^6$  деп қабылдаймыз.

Алынған мәнді (36) формулаға қойып, алатынымыз:

$$K_{HL}^1 = \sqrt[6]{\frac{10 \cdot 10^6}{354,9 \cdot 10^6}} = 0,55 < 1 \rightarrow K_{HL}^1 = 1$$

$$K_{HL}^2 = \sqrt[6]{\frac{10 \cdot 10^6}{40,5 \cdot 10^6}} = 0,8 < 1 \rightarrow K_{HL}^2 = 1$$

Алынған сандық мәндерді (34) формулаға қойсақ:

Дөңгелектер үшін рұқсат етілген жұмыс кернеуі:

$$[\Sigma_F]^1 = [\sigma_H]^1 = \frac{430 \times 1}{1.1} = 390 \text{ МПа} \quad (42)$$

Тісті дөңгелектер үшін рұқсат етілген жұмыс кернеуі:

$$[\sigma_F]^1 = [\sigma_H]^2 = \frac{470 \cdot 1}{1.1} = 427 \text{ МПа}$$

Иілуге рұқсат етілетін кернеу:

$$[\Sigma_F] = \frac{\sigma_F \cdot \lim b}{S_F} \cdot K_{FC} \cdot K_{FL} \quad (43)$$

мұндағы  $\sigma_F \cdot \lim b$  - иілу кернеулерінентістердің сыну төзімділігінің негізгі шегі;

$S_F$  – қауіпсіздік байланысы ( $S_F = 1,7$ );

$K_{FC}$  - екі жақты жүктеменің қосымша әсерін ескеретін байланыс (бір жақты болса  $K_{FC}=1$ );

$K_{FL}$  – төзімділік коэффициенті;

$HB \leq 350$  болатын тісті дөңгелектер үшін:

$$K_{FL} = \sqrt[3]{\frac{N_{FO}}{N_{FE}}} \quad (44)$$

мұндағы  $N_{FO}$  - циклдардың базалық саны (біз  $4 \times 10^6$  цикл деп қабылдаймыз);

$N_{FE}$  - циклдердің эквивалентті саны (тұрақты жүктеме режимінде формула бойынша анықталады):

$$N_{FE}^1 = 354,9 \cdot 10^6, \quad N_{FE}^2 = 40,5 \cdot 10^6;$$

Алынған мәндерді (34) формулаға қойып, алатынымыз:

$$K_{FL}^1 = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 10^6}{354,9 \cdot 10^6}} = 0,22 < 1; \quad K_{FL}^2 = 0,46 < 1; \quad K_{FL}^1 = K_{FL}^2 = 1$$

Металл қаттылығы  $HB \leq 350$  тісті доңғалақтар үшін қалыпқа келтіру және жақсарту кезіндегі кернеуінен тістердің сынуға төзімділігінің негізгі шегі: (МПа) – эмпирикалық тәуелділікпен анықталады.

Дөңгелектер үшін  $\sigma_F \times \lim b = 260 \cdot HB = 460$  МПа. Тісті дөңгелектер үшін  $\sigma_F \cdot \lim b = 260 \cdot HB = 460$  МПа.

Осылайша, иілуге қосымша жұмыс кернеулері:

$$\text{Дөңгелектер үшін } [\sigma_F]^1 = \frac{460}{1,7} = 270 \text{ МПа.}$$

$$\text{Тісті дөңгелектер үшін } [\sigma_F]^2 = \frac{480}{1,7} = 282 \text{ МПа.}$$

Дөңгелек үшін иілу кернеуі:

$$[\Sigma_F] = \frac{0,318 \cdot Y_2 \cdot (i \pm 1) \cdot k_H \cdot k_\beta \cdot k_u \cdot M_k}{A \cdot i \cdot y \cdot B \cdot m} \quad (45)$$

мұндағы  $M_k$  - доңғалақ білігіндегі айналу моменті, Нм;  $M_k = 28000$ ;

$A$  – ось аралық қашықтық, см;  $A = 450$ ;

$B$  - тісті тәждің жұмыс ені, см;  $B = 9,6$ .

$m$  - қалыпты қимадағы ілінісу модулі, см;  $m = 5$ ;

$i$  - тісті ілінісудің беріліс коэффициенті;  $i = 1,5$ ;

$y$  – тіс нормасының коэффициенті;  $Y = 0,103$ ;



$k_H, k_\beta, k_u$  – сәйкесінше тістердің жүктеме, тозу және көлбеу коэффициенттері.  $k_H=1.1$ ;  $k_u=1.25$ ;  $k_\beta=0.9$ ;

Мәндерді формулаға қойсақ:

$$[\sigma_F] = \frac{0,318 \cdot 280000 \cdot (1,5-1) \cdot 1,25 \cdot 1,1 \cdot 0,9}{450 \cdot 1,5 \cdot 0,103 \cdot 9,6 \cdot 5} = 250 \text{ МПа} \leq [\sigma_F] = 390 \text{ МПа}$$

Дөңгелек үшін иілу кернеуі:

$$[\sigma_F] = \frac{0,318 \cdot M_k \cdot (i \pm 1) \cdot k_H \cdot k_\beta \cdot k_u}{A \cdot y \cdot B \cdot m}$$

$$[\sigma_F] = \frac{0,318 \cdot 280000 \cdot (1,5-1) \cdot 1,25 \cdot 1,1 \cdot 0,9}{450 \cdot 0,103 \cdot 9,6 \cdot 5} = 375 \text{ МПа} \leq [\sigma_F] = 427 \text{ МПа}$$

Есептеулерге сүйене отырып, редуктор белгіленген қызмет ету мерзімін атқаруы тиіс деген қорытынды жасауға болады, себебі екі төзімділік коэффициенттері 1-ге тең.

### 3 Арнайы бөлім

#### 3.1 Полимербетондардан корпус бөлшектерін құю технологиясы

Қажетті зерттеулер жүргізіп, редукторлардың корпусық бөлшектерін өндіруге қойылатын талаптарға барынша жауап беретін полимербетонның ұтымды құрамы анықталды.

Компоненттердің минималды шығыны кезінде берілген құрамның полимербетон үлгілері сығылу және иілу беріктігінің жоғары көрсеткіштеріне ие, бұл редукторлардың ауыр жұмыс жағдайында ұзақ мерзімді жұмысына кепілдік береді.

4 кесте - Редукторлардың корпусық бөлшектерін құюға арналған полимербетонның ұсынылатын құрамының сипаттамалары.

Компоненттер	Массалық үлестегі %	Сығылуға беріктік шегі, $\delta_{сж}$ , МПа	Иілуге беріктік шегі, $\delta_{из}$ , МПа
Қиыршық тас	51,0	188,2	83,0
Кварц құмы	25,5		
Кварц ұны	11,0		
Смола	10,6		
Қатайтқыш	2,0		
Жалпы	100		

Осы дипломдық жобасында ұсынылған редуктордың корпус бөлшектерін жасау технологиясы - оларды құю арқылы дайындау. Мұндай технология ең жетілдірілген, арзан, бөлшектерді механикалық өңдеу қажеттілігінсіз, оларды өндірудің жоғары дәлдігін қамтамасыз етеді.

Құйма бөлшектерді өндірудің басты ерекшелігі - олардың барлық қасиеттері (физикалық, химиялық, механикалық және т.б.) тек бір металлургиялық қайта бөлу кезінде – компоненттердің қоспасын құю формасына құю және оның ішінде кристалдану кезінде қалыптасады. Құю технологиясы көбінесе оның сапасын, демек, құйылған бөліктің сапасын қалыптастырады және анықтайды. Металлдан құйылған бөлшек дизайнының жетілмегендігі және құю әдісін дұрыс таңдамау оны механикалық өңдеудің айтарлықтай артуына әкеледі. Бұл артық станок паркін, құрал-саймандарды, технологиялық жабдықтарды, өндірістік алаңдарды және т.б. құруға әкеледі.

Құю кезінде металл құюдың беткі қабаты қаттылығы жоғары ұсақ түйіршікті құрылымға ие, ал өңдеу арқылы бұл қабат алынып тасталады. Өңдеу көлемі неғұрлым көп болса, соғұрлым қатайтылған беткі қабат алынып

тасталады, бұл өнімнің беріктік сипаттамаларын нашарлатады және оның қызмет ету мерзімін төмендетеді.

Бұл кемшіліктерден ұсынылған құрамды полимербетон айырылған. Ол компоненттердің қоспадан механикалық өңдеуді қажет етпейтін бөлшектерді қалыптастыру мүмкіндігімен ерекшеленеді.

Алайда, полимербетон корпусының бөлшектерін құюға арналған қалыптарды дайындау процесі толық зерттелмеген, өйткені оның полимербетон қоспасының бастапқы материалдарымен байланысты бірқатар ерекшеліктері бар. Сондықтан зерттеу міндеттерінің бірі полимербетон редукторларының корпусық бөлшектерін құю технологиясын, атап айтқанда осы технологияны жүзеге асыру үшін құрылымдық шешімдер әзірлеу болды.

Жабдықтың негізгі элементі - пішін, яғни матрица. Нарықта дайын жабдық бар, бірақ біздің жағдайда оны пайдалану мүмкін болмады. Бұл редукторлардың корпустарын құюға арналған қалыптармен әлі ешкім айналыспағандығына байланысты.

Матрица полимербетон қоспаларынан редуктор элементтерін құюда айтарлықтай айырмашылықтары бар бірқатар факторларды ескеруі керек. Біріншіден, матрица жасалатын материал. Екіншіден, оның дизайны жоғары сенімділікті, өндіріс пен құрастырудың қарапайымдылығын қамтамасыз етуі керек. Ақырында, матрица құйылған бөлікті (зақымдамай ойып алудың ыңғайлылығын қамтамасыз етуі керек).

Сыртқы және ішкі беттерді қалыптастыру үшін материал ретінде құю силиконы пайдаланылды. Силикон - негізі кремний мен оттегі молекулаларының тізбегі болып табылатын полимер. Органикалық топтар (фенил, этил, метил) кремний атомдарына қосылады. Бұл жағдайда силиконда органикалық топтармен байланысқан бірнеше кремний-оттегі тізбегі болуы мүмкін. Олардың химиялық формуласы  $[R_2SiO]$ , мұндағы R – органикалық топ.

Барлық силикондар байланыстар санына, тізбектердің өзара байланысу дәрежесіне, тізбектердің ұзындығына және молекулалық салмағына байланысты үш үлкен топқа бөлінеді:

- силикон сұйықтықтары (байланыстар саны үш мыңнан аз материалдар);
- силикон эластомерлері (құрамында үш-он мың байланыс бар);
- силикон шайырлары (он мыңнан астам байланыстары бар және айқас байланыстары көп материалдар).

Техника мен өнеркәсіпте силиконның ультракүлгін және радиациялық сәулеленуге төзімділігі, химиялық инерттілік, жоғары және төмен температурада серпімділікті сақтау және т.б. сияқты қасиеттері сұранысқа ие.

Жүргізілген талдау полимербетоннан редукторлардың бөлшектерін құю үшін матрицаларды өндіруде ең жақсы материал келесі сипаттамалары бар силикон "Силагерм 7140" екенін көрсетті:

Шор бойынша қаттылығы, 35 - 45 А;

Компаунд тұтқырлығы, 10 000 – 250 000 сПз;

Үзілуге беріктігі, 2,0 (20) – 3,5 (35) МПа (кгс / см<sup>2</sup>);

Жыртылу күші, 10-15 кН / м;  
Салыстырмалы ұзару 200-250.

7000 класты силагермалар - бұл поликонденсация принципі бойынша қалайы қосылыстарымен қатайтылған, жоғары созылу беріктігі, сондай-ақ жоғары тұрақтылық пен ұзақ қызмет ету мерзімі бар силикондар.

Силагерм 7140 бөлме температурасында 24 сағат бойы қатады. Ол күрделі конфигурациясы бар қалыптарды жасау үшін қолданылады. Шордың қаттылығы 35-45 А көлемді үлкен құю кезінде пішіннің геометриясын сақтауға мүмкіндік береді. Температура режимі минус 60-тан плюс 250 0С-қа дейін.

Бұл сипаттамалар редукторлардың үлкен элементтерін құю талаптарын толығымен қанағаттандырады, бұл жүргізілген зерттеулермен расталды.

Редуктор корпусын полимербетоннан құюдың технологиялық процесі келесідей:

- 1) Редуктор үлгісін дайындау.
- 2) Оны қалыптастырушы силиконда ізін алу арқылы форма алынады.
- 3) Редуктор үлгісіне сәйкес силикон форма құйылады.
- 4) Силикон формасы полимербетоннан бұйым құюға дайындалады.
- 5) Виброүстелге орнатылады.
- 6) Полимербетон қоспасы даярланып, қалыпқа құйылады.
- 7) Кристаллизациялану процесі өткен соң, бөлшек қалыптан алынады.
- 8) Кептіру жұмыстары жүргізіледі.

Полимербетон қоспасын қалыптарға құймас бұрын, оларды алдыңғы циклдердің полимербетон қалдықтарынан мұқият тазалап, майлау керек. Полимербетон қоспасын дайындаудың аяқталуы мен одан жасалған өнімді қалыптасуының арасындағы үзілістің 10 минуттан аспауы өте маңызды.

Пішіндегі полимербетон қоспасын тығыздау тербелістердің тік құрамдас бөлігінің міндетті болуымен ИАЖ 9-1987 талаптарына жауап беретін діріл алаңдарында жүргізілуі тиіс. Тербеліс амплитудасы байланыстырғыштың концентрациясына байланысты және сынақ қалыптарында нақтыланған.

Дірілдің ұзақтығы  $100 \pm 30$  с болуы керек. полимербетондарға арналған полимербетон қоспасының жеткілікті тығыздалуының белгісі-өнімнің бетіндегі байланыстырғыштың бөлінуі және ауа көпіршіктерінің қарқынды түзілуін тоқтату.

Полимербетон қоспасының шамадан тыс жүктеме бетіне жабысып қалуын болдырмау үшін шамадан тыс жүктеме беті мен қоспаның арасында термиялық өңдеу аяқталғаннан кейін алынып тасталатын полиэтилен пленкасынан немесе бірнеше рет қолданылатын металл қақпақтан бір реттік әрекетті төсеуді қамтамасыз ету қажет.

### **3.2 Сынамалардың құрамын даярлау технологиясы**

Полимербетон сынамалары технологиясының бірінші кезеңі-шикізат компоненттерін дайындау. Толтырғыштар мен полимербетон

толтырғыштарының ылғалдылығы 0,5-1% аспауы тиіс. Ылғал агрегатты қолданған кезде полимербетондардың беріктігі мен басқа қасиеттері күрт төмендейді: бөлшектердегі судың ең жұқа қабаты толтырғыш полимер тұтқыр заттың қатаюын нашарлатады және оның оларға адгезиясын төмендетеді. Сондықтан толтырғыштар мен толтырғыштар кептіру шкафында 80-110°C температурада кептірілді. және қалыпты температураға дейін дозалау алдында салқындатуды ұмытпаңыз.



5 сурет – Қоспалардың компоненттерін кептіруге арналған шкаф

Толтырғыш ретінде ұсақ ұнтақталған гранит (қара және ақ), қиыршық тас, сондай-ақ кварц құмы қолданылды. Синтетикалық шайыр мен қатайтқыш қолданар алдында еріткішті (646, ацетон) қыздыру және енгізу арқылы қажетті тұтқырлыққа жеткізілді.

*Қоспалардың компоненттерін елеу.* Үлкен фракцияны негізгі массадан оқшаулау үшін діріл үстелі қолданылды. Бұл қайта бөлуді жүзеге асырған кезде, олар 2,2 фракциясының мәлімделген тұқымда екеніне көз жеткізді..3,0 мм шамамен 45% құрады. + 3,0 фракциялары шамамен 10...15% болды, қалғаны -2,2 мм.



6 сурет – Полимербетон фракцияларын ұсақтау

Полимербетон қоспасын дайындау бұрандалы бұрғылау көмегімен қолмен жасалды. Алдымен байланыстырғыш дайындалды, содан кейін дайындалған қоспаға толтырғыштар енгізілді. Байланыстырғыш 30-60 секунд ішінде дайындалды, дайын қоспаны бірден алдын-ала араластырылған толтырғыштар орналасқан арнайы ыдысқа салды. Толтырғыштарды байланыстырғышпен араластыру 1,5-2 мин ішінде жүргізілді....

Илеу көлемін таңдағанда, біз полимербетон қоспаларының өміршеңдігінің аздығына сүйене отырып, қоспаны араластырғаннан кейін дереу орнына қоюға тырыстық.

Әйтпесе, шайыр өзара әрекеттескенде бөлінетін жылудың көп мөлшеріне байланысты және қатайтқыш, қоспаның өзін-өзі тез қыздыруы мүмкін, бұл шайырдың қатаюын одан әрі жеделдетуге және қоспаның мерзімінен бұрын қатаюына әкеледі.

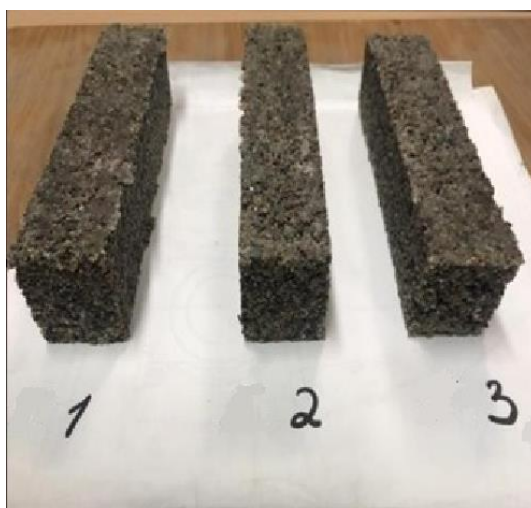
Полимерлі бетон компоненттерінің артық шығынын болдырмау үшін қоспалар корпус бөліктерін құю кезінде илеу көлемін қалыпқа құйылған судың көлемімен анықтаймыз.

Полимербетон қоспаларының тұтқырлығы мен жабысқақтығының едәуір жоғары болуына байланысты жиілігі жоғары діріл столы қолданылды.



7 сурет – Полимербетон сынамаларын вибротығыздау

Полимербетон бұйымдарын қалыптардан кедергісіз шығару үшін бөлгіш майлау қосылыстары қолданылды. Сынақ үлгілері ретінде ұзындығы 160 мм болатын 40 мм x 40 мм қимасы бар шаршы қиманың призмалары қолданылды.



8 сурет – Бақылау үлгілері

Полимербетондар қалыпты температурада қатаюы мүмкін, бірақ мұндай жағдайларда беріктік жинау процесі ұзаққа созылады — 100-300 күнге дейін. Сондықтан үлкен беріктігі бар материалды тез алу үшін полимербетонды 80-100°C температурада қыздырған жөн. Жылыту режимі полимерлі байланыстырғыштың түріне байланысты. Қоршаған орта ылғалдылығының жоғарылауы полимербетонның қатаюына теріс әсер етеді.

### 3.3 Полимербетонның сипаттамаларын зертханалық зерттеу

*3.3.1 Жабдықтар, аспаптар мен құралдар.* Тығыздықты, суды сіңіруді, кеуектілікті және суға төзімділікті анықтауға арналған жабдықтар, аспаптар мен құралдар МЕМСТ 12730.1-78, МЕМСТ 12730.3-78, МЕМСТ 12730.4-78 және МЕМСТ 12730.5-78 бойынша қабылдануы тиіс.

Иілу кезінде қысуға, созылуға және созылуға қысқа мерзімді беріктігін анықтау бойынша сынақтар жүргізуге арналған жабдықтарды, аспаптар мен құралдарды МЕМСТ 10180-78 бойынша қабылдау керек.

Призмалық беріктікті, серпімділік модулін және Пуассон коэффициентін анықтау бойынша сынақтар жүргізуге арналған жабдықтар, аспаптар мен құралдар МЕМСТ 24452-80 бойынша қабылдануы тиіс.

Қатаю процесінде шөгу деформацияларын өлшеу үшін "Мир-12" микроскопын немесе оған ұқсас құралдарды қолдану керек.

Жылжу және шөгу деформацияларын анықтау бойынша сынақтар жүргізуге арналған жабдықтар, аспаптар мен құралдар МЕМСТ 24544-81 бойынша қабылдануы тиіс.

Полимербетондардың тозуын анықтау бойынша сынақтар жүргізуге арналған жабдықтар мен материалдарды МЕМСТ 13087-81 бойынша қабылдау керек.

*3.3.2 Сынақтарға дайындық.* Сынақ алдында дайындамалар тексеріліп, өлшенді. Үлгілерді өлшеу үшін олардың сынақ кезіндегі жұмыс жағдайы анықталады және олар тіректерге жанасатын беттерді қызыл бояумен белгілейді. Сынақ схемасына сәйкес үлгілерінің тірек беттерінде олардың тірек орындары мен жүктеме түсетін нүктелерін бояумен белгіледі. Тірек беттерінің шеттеріндегі полимербетон ағындары егеу және тегістеу дөңгелегі арқылы жойылды.

МЕМСТ 10180-78 талаптарына сәйкес тексерілді:

- көршілес беттердің перпендикуляр еместігі;
- тірек беттерінің тегісосттігі;
- үлгінің нақты өлшемдері;
- нөмірленіп, белгі қойылды;
- ақаулар анықталды және нәтижелер сынақ журналына жазылды.

Үлгілерді сынау алдында ескерілді:

- үлгінің ұштарынан бірдей қашықтықта тағайындалатын бойлық деформацияларды өлшеу базасы (оның биіктігінің 2/3 аспауы тиіс).
- әдетте үлгінің жағына тең және кемінде 50 мм тағайындалатын көлденең деформацияларды өлшеудің тірек базасы;
- үлгінің бүйір беттеріне үлгілерді сынақ машинасы осіне қатысты бастапқы орталықтандыруға арналған орталық сызықтар салынды.



Сынақ алдында үлгілер зертхананың үй-жайында 10-20 сағат бойы ұсталды. Сынақ жүргізілген бөлменің жұмыс температурасының аралығы МЕМСТ 18957-73 талаптарына сәйкес салыстырмалы түрде  $20 \pm 5$  °C аралығында, ауа ылғалдылығы 70% - дан аспайды, сынақ барысында ауа температурасы  $\pm 1$  °C, ауа ылғалдылығы  $\pm 5\%$  өзгеруі мүмкін.

*3.3.3 Үлгілердің беріктік және серпімділік көрсеткіштерін анықтау.* Иілу кезіндегі созылу мен қысуға және созылуға қысқа мерзімді беріктігін анықтау бойынша сынақтар МЕМСТ 10180-78 талаптарына сәйкес жүргізілуі керек.

Үлгілерді қысуға сынау кезінде жүктеме кезінде үлгілердегі кернеу тұрақты жылдамдықпен ( $1,0 = 0,3$ ) МПа/с үздіксіз артуы тиіс.

Осьтік созылуға сынау кезінде сегіздік үлгілердегі кернеу жүктеме кезінде тұрақты жылдамдықпен ( $0,15 \pm 0,05$ ) МПа/с үздіксіз артуы тиіс.

Иілу кезінде созылу сынағы кезінде жүктеме кезінде призма үлгілеріндегі кернеу тұрақты жылдамдықпен ( $0,15 \pm 0,05$ ) МПа/с үздіксіз артуы керек.

Призмалық беріктікті, серпімділік модулін және Пуассон коэффициентін анықтау бойынша сынақтар МЕМСТ 24452-80 талаптарына сәйкес жүргізілуі керек.

Полимербетонның призмалық беріктігін, серпімділік модулін және Пуассон коэффициентін анықтау кезінде үлгіге, әрбір қадам шегінде жүктеме жылдамдығын сақтай отырып ( $1,0 \pm 0,3$ ) МПа / с,  $R_p$  күтілетін бұзушы жүктеменің 10% - ына тең болатын ( $40 \pm 5 \%$ )  $R_p$  деңгейіндегі жүктемені қадамдарға бөліп беру керек.

Аспаптардың көрсеткіштері жүктемені келесі сатыға көтергеннен кейін бірден алынады. Әр сатыдағы жүктеме кезінде ұстау уақыты аспаптардың көрсеткіштерін алу үшін қажетті ұзақтығымен анықталуы және 1 минуттан аспауы тиіс.

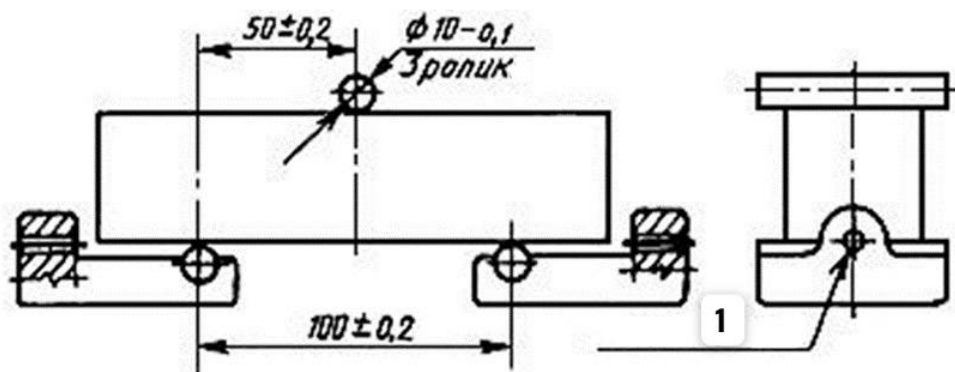
Жүктеменің  $R_p$ -ге тең ( $40 \pm 5 \%$ ) деңгейінде, егер сынақ бағдарламасында көзделген басқа талаптар болмаса, аспаптарды үлгіден алады.

Иілу кезіндегі созылу мен қысуға және созылуға қысқа мерзімді беріктігін анықтау бойынша сынақ нәтижелерін өңдеу МЕМСТ 10180-78 талаптарына сәйкес жүргізілуі керек.

Үлгілерді иілуге сынау үшін келесі талаптарды қанағаттандыратын кез келген конструкциядағы аспаптар пайдаланылуы мүмкін.

Үлгіге сынақ жүктемесінің өсуінің орташа жылдамдығы ( $0,05 \pm 0,01$ ) кН/с болуы тиіс. Үлгіні орнатуға арналған ұстағыш қаттылығы 56-61 болаттан жасалған цилиндрлік элементтермен жабдықталуы керек.

Төменгі тірек элементтері үлгінің төменгі тірек жазықтығында жатқан және оның бойлық симметриясының осі болып табылатын көлденең оське қатысты айналу мүмкіндігіне ие болуы керек. Үлгінің тірек элементтерінде орналасу схемасы, олардың пішіні, өлшемдері және өзара орналасуы суретте көрсетілген.

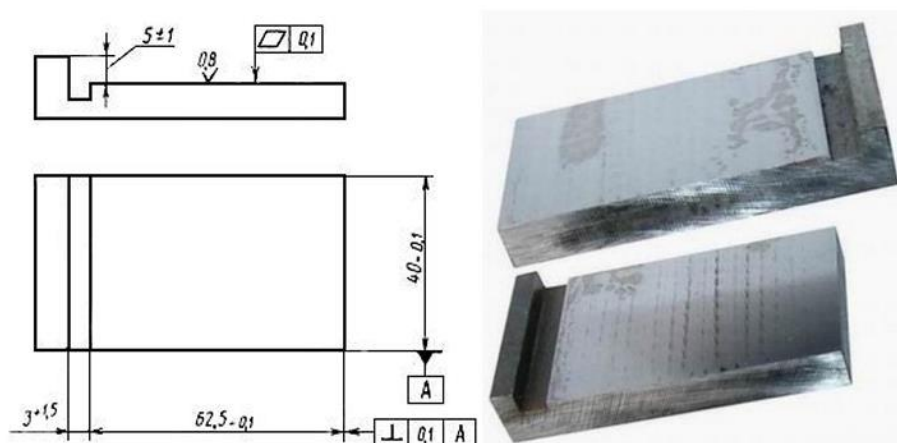


9 сурет - Үлгіні тірек элементтерінде орналастыру схемасы

Сығымдау кезінде үлгілердің беріктік шегін анықтау үшін МЕМСТ 28840 техникалық талаптарын қанағаттандыратын және таза сығымдау режимінде үлгіні жүктеуді қамтамасыз ететін 500 кН дейінгі шекті жүктемесі бар кез келген конструкциядағы пресстер пайдаланылуы мүмкін.

Үлгінің тірек беттерінің параллельсіздігінен кеңістіктік ауытқуды өтеу үшін преста жылжымалы шарлы тірегі болуы керек. Престі тексеру мүмкіндігін қамтамасыз ететін кез келген конструкциядағы шар тіректерін қолдануға рұқсат етіледі. Пресс үлгіге жүктемені беретін қысым тақталарын орталықтандырылып орнатуға арналған құрылғымен жабдықталуы керек.

Үлгілер жартысына жүктемені беруге арналған қысым тақтайшалары қаттылығы 56-61 болаттан жасалуы тиіс. Пластинаның пішіні мен өлшемдері суретте көрсетілген.



10 сурет – Үлгілердің жартысына жүктемені беруге арналған пластиналар

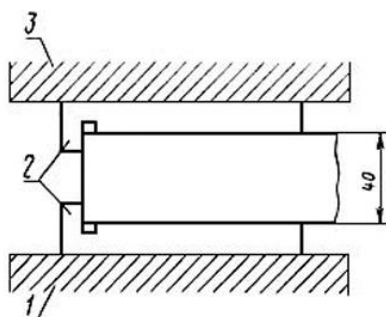
Иілу сынағынан кейін алынған үлгілер бірден қысу сынағына ұшыратылады. Үлгінің жартысы екі пластинаның арасына қойылды, осылайша пішіннің қабырғаларына бекітілген бүйір беттері пластиналардың

жазықтықтарында, ал пластиналардың тіректері тегіс жазықтыққа мықтап жабысады.

Үлгі пластиналармен бірге престің негізгі тақтасына орналастырылды. Сынақтар кезінде жүктеменің орташа өсу жылдамдығы  $(2,0 \pm 0,5)$  МПа/с болды.

Жұмыс жазықтықтарының периметрі бойынша басу кезінде престің жоғарғы және төменгі тірек тақталарында пластиналарды бекітуді қамтамасыз ететін құрылғылар болған кезде оларды тіреусіз дайындауға жол беріледі.

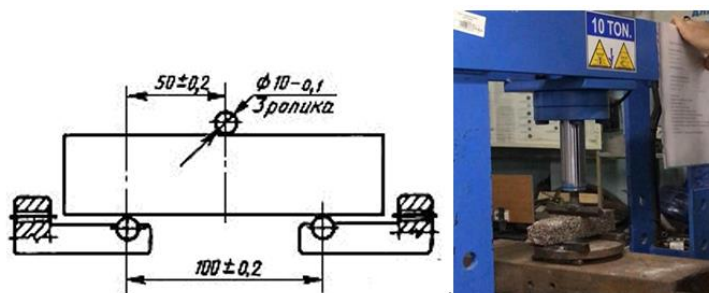
Бұл жағдайда пластиналардың тік беттерінің өзара ығысуы 0,5 мм-ден аспауы керек, ал төменгі немесе жоғарғы пластинаның соңғы беттерінің бірінен 3 мм қашықтықта сәуленің орналасуын анықтайтын және сынау кезінде үлгінің деформациясына кедергі келтірмейтін аялдама болуы керек.



1 – престің төменгі тақтасы; 2 – пластиналар; 3 – престің жоғарғы тақтасы.

11 Сурет – Сығымдау сынағы кезінде қысымдау пластиналары арасындағы үлгінің орны

3.3.4 Үлгілерді иілуге сынау. Зерттеулер бақылау үлгілерінде жүргізілді - призмалар  $L=160$  мм, көлденең қимасы  $40 \times 40$  мм.. Үлгінің ортаңғы бөлігіндегі биіктігі мен ені  $0,1$  мм дәлдікпен штангенциркуль көмегімен анықталды, үлгілерді сынау максималды күші  $100$  кН қолмен гидравликалық преста жүргізілді. Үлгілердің жүктеме параметрлерін бақылау үшін стандартты пресс манометрі қолданылды, ал иілу жүктемесін  $P_{иілу}$  есептеу үшін пресс поршенінің диаметрі өлшенді  $d_{поршень}$ .



Сурет 12 - Беріктік шегін анықтауға арналған жобалау сұлбасы

Иілу жүктемесін  $P_{\text{иілу}}$  келесі формуламен есептедік:

$$P_{\text{иілу}} = d_{\text{поршень}} \cdot p,$$

мұндағы  $p$  - пресс жұмыс қуысындағы қысым, МПа(кг/см<sup>2</sup>)

Иілу кезіндегі беріктік шегі формула бойынша есептелді

$$\sigma_{\text{иілу}} = \frac{M_{\text{иілу}}}{\frac{c \times h^2}{6}} = \frac{P_{\text{иілу}} \times l/2}{\frac{c \times h^2}{6}},$$

мұндағы  $\sigma_{\text{иілу}}$  – иілу кезіндегі беріктік шегі, Па

$c$  - сыну орнындағы үлгінің ені

$h$  - сыну орнындағы үлгінің биіктігі

$P_{\text{иілу}}$  - үлгінің ортаңғы бөлігіндегі жүктеме, Н;

$W_{x-x}$  - үлгінің қимасының кедергі моменті, м<sup>2</sup>;

$l$  - тіректер арасындағы қашықтық, м

5 кесте – Иілу кезіндегі беріктік шегі

Үлгі №	Өлшемдері		$p$ -пресс жұмыс қуысындағы қысым, кг/см <sup>2</sup>	Үлгі қимасының кедергі моменті, $W_{x-x} = ch^2/6$ , см <sup>3</sup>	Иілу жүктемесі $P_{иілу}$ , кг $P_{иілу} = S_{цил} \cdot n$ .	Иілу кезіндегі беріктік шегі, МПа (кг/см <sup>2</sup> )	
	$c$ , см.	$h$ , см.				$\sigma_{иілу} = \frac{M_{иілу}}{c \times h^2} = \frac{P_{иілу} \times \frac{1}{2}}{\frac{c \times h^2}{6}}$	
1	4,2	4,1	66	11,77	25390,2	107,86	$\sigma_{и.орт.} = \frac{\sum \sigma_{иілу}}{3} = 115,18$
2	4,0	4,2	70	11,76	26929,0	114,49	
3	3,9	4,1	70	10,93	26929,0	123,19	
4	4,0	4,2	71	11,76	27313,7	116,13	$\sigma_{и.орт.} = \frac{\sum \sigma_{иілу}}{3} = 112,83$
5	4,2	4,2	70	12,35	26929,0	109,02	
6	4,1	4,2	70	12,05	27313,7	113,33	

3.3.5 Үлгілерді сығылуға сынау. Зерттеулер иілу сынағынан кейін алынған үлгілердің алты жартысында жүргізілді. Үлгінің ортаңғы бөлігіндегі биіктігі мен ені 0,1 мм дәлдікпен штангенциркуль көмегімен анықталады, үлгілерді сынау гидравликалық преста 100 кН максималды күшпен орындалды. Зерттеу жүргізу үшін арнайы қысымдау тақтайшалары қолданылды.



13 Сурет – Қысым тақталары мен үлгілерді преста орналастыру

Сығылу кезіндегі беріктік шегін  $\sigma_{\text{сығ}}$  формула бойынша анықтаймыз:

$$\sigma_{\text{сығ}} = \frac{P_{\text{сығ}}}{S_{\text{пл}}},$$

мұндағы  $S_{\text{пл}}$  - қысым тақталарының тірек алаңы.

6 кесте – Сығылу кезіндегі беріктік шегі

Үлгі №	Пресс манометрінің көрсеткіштері $p$ , МПа	Қиратушы жүктеме, кН $P_{\text{сығ}} = d_{\text{порш}} \cdot p$	Сығылу кезіндегі беріктік шегі, Мпа $\sigma_{\text{сығ}} = \frac{P_{\text{сығ}}}{S_{\text{пл}}}$
1	15,3	58,86	165,33
2	14,5	55,78	156,69
3	14,2	54,63	152,61
4	14,6	56,17	157,78
5	14,4	55,4	155,62
6	14,3	55,01	154,52
			$\sigma_{\text{сығ.орт.}} = \frac{\sum \sigma_{\text{сығ}}}{3} = 158,21$
			$\sigma_{\text{сығ.орт.}} = \frac{\sum \sigma_{\text{сығ}}}{3} = 155,97$

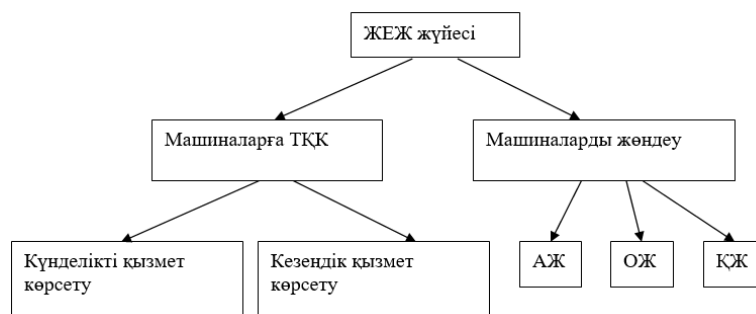
#### 4 Тербелмелі станокты жөндеу және техникалық қызмет көрсету

Технологиялық машиналарды эксплуатациялау кезінде жоспарда көзделмеген мәжбүрлі жөндеулер (апаттық немесе қалпына келтіруші) орын алуы мүмкін. Тербелмелі станоктардың сенімділігі мен жұмысқа қабілеттілігін қамтамасыз ететін, күтпеген жерден істен шығуын болдырмайтын немесе оның ықтималдығын азайтып пайдаланудың негізгі қағидасы жоспарлы күтім жасау мен жөндеу болып табылады. Халық шаруашылығында машиналарға жоспарлы ескертулік қызмет көрсету және жөндеу (ЖЕЖ) жүйесі кең қолданылады.

ЖЕЖ жүйесі – машиналарды ақаусыз және жұмыс қабілетті жағдайында ұстау үшін алдын ала жасалынған жоспар бойынша профилактикалық орындалатын машиналарға қызмет көрсету және жөндеу шараларының кешені.

ЖЕЖ жүйесінің негізгі қағидалары:

- жабдықтарға жөндеу аралық кезең деп аталатын жоспарланған уақыт аралықтарынан соң орындалады;
- жоспарлы күрделі жөндеуден кейін жабдықтың мінездемелері жаңа жабдықтың қуаттық көрсеткіштеріне жақындайды;
- бүкіл жабдықтар жөндеу кезеңдері аралығында жүйеде көрсетілген қатаң тәртіппен барлық кезекті жөндеулерден өтеді;
- жоспарлы жөндеулерден басқа ТҚК-лер орындалады;
- ТҚК мен жөндеудің кезегі, кезеңі және көлемі жабдықтың атқаратын қызметімен, құрылымымен және пайдалану жағдайымен анықталады.



14 сурет - ЖЕЖ жүйесінің принциптік сұлбасы

ТҚК орындалатын операциялар саны, көлемі және уақыты бойынша қатаң регламентпен орындалады. Ал жөндеу көлемі мен уақыты бойынша жоспарланады және машинаның жағдайына байланысты белгіленген уақыт ішінде орындалады.

Мерзімді тексерулер күн сайын жүзеге асырылады, техникалық қызмет көрсету шамамен 720 сағаттан кейін, ағымдағы жөндеу - 2160 сағаттан кейін және күрделі жөндеу - 44000 сағаттан кейін.

Ағымдағы жөндеуді ұңғыманы жөндеу үшін тоқтату кезінде жөндеу бригадалары жүргізеді. Қажет болған жағдайда пайдалану процесінде жарамсыз

болып қалған жекелеген бөлшектер мен тораптар (бекіткіштер, сына белдіктер, арқан ілгіштер, иінді саусақтар) ауыстырылады, мойынтіректер, топсалы қосылыстар және жүріс бұрандалары майланады.

Орташа жөндеу кезінде келесі жұмыстар жасалады:

- сына белдіктерін, арқанды, арқан аспасын, шатунның төменгі басының бөлшектерін, иінді саусақтарды ауыстыру

- мойынтіректердің түйіндерін, топсалы бірліктер мен жүріс бұрандаларын майлау

- иінді саусақтармен, жүріс бұрандаларымен бірге төменгі шатун бастарын ауыстыру

- иінді біліктердің жылжуын жою үшін шатундарды жөндеу және ауыстыру

- балансирдің айналмалы басының ысырмаларын, айналмалы бастың саусақтарын, балансир тірегінің қапсырмаларын және тежегіш бөлшектерін, электр қозғалтқышын және тозған шкивтерді ауыстыру

- тығыздағыштар мен тығыздағыштарды ауыстыру

Күрделі жөндеу тораптарды толық бөлшектеуді және оларды жөндеуді көздейді. Істен шыққан бөлшектер мен қондырғылар қалпына келтіріледі немесе ауыстырылады. Редуктор толығымен бөлшектеледі және жөнделеді. Күрделі жөндеуден кейін тербелетін станоктар өздерінің бастапқы төлқұжат деректерін алады. Күрделі жөндеулер арасындағы мерзімдер жоспарлы-алдын алу жұмыстарының кестесі бойынша белгіленеді.

Тербелмелі станокқа техникалық қызмет көрсету келесілерді қамтиды:

- Тозу мен ақауларды болдырмау үшін машинаның қозғалтқышы мен механизмдерін тазалау және майлау

- Механизмдердің сенімді жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін жетек жүйесін тексеру және реттеу

- Машинаның барлық функцияларының дұрыс жұмыс істеуі үшін контроллер мен басқару тақтасын реттеу және тексеру.

- Тозған немесе зақымдалған станок бөлшектерін (мойынтіректер, резеңке элементтер және т.б.) тексеру және ауыстыру.

- Төтенше жағдайлардың алдын алу үшін станоктың қауіпсіздік және жерлендіру жүйесін тексеру, процесс параметрлерін дәл өлшеу және бақылау үшін датчиктер мен датчиктерге профилактикалық қызмет көрсету және калибрлеу.

- Редуктордағы май деңгейін, майдың ағып кетпеуін және оның тығыздағыштарының күйін тексеру.



## 5 Еңбекті қорғау және қауіпсіздік ережелері

Еңбекті қорғау - бұл өндірістегі қызметкерлердің қауіпсіздігі мен денсаулығын қамтамасыз етуге бағытталған іс-шаралар кешені. Еңбекті қорғаудың негізгі мақсаты-өндірістік жарақаттар мен еңбек қызметіне байланысты аурулардың алдын алу.

Еңбекті қорғау қолайлы және қауіпсіз еңбек жағдайларын қамтамасыз ету, еңбек өнімділігін арттыру, өндірістік авариялар мен жарақаттар қаупін азайту, сондай-ақ қызметкерлерді емдеу мен оңалту шығындарын азайту үшін қажет.

Мұнай өнеркәсібінде барлық мұнай кәсіпшілігі қызметтері басшыларының, бас мамандардың, жұмысшылардың құқықтарын, міндеттерін, жауапкершілігін айқындайтын ережелер қолданылады. Еңбекті қорғау нормаларын бұзғаны үшін кінәлілер үшін жауапкершіліктің әртүрлі нысандары қарастырылған: қоғамдық ықпал ету, тәртіптік, әкімшілік, азаматтық, қылмыстық жауапкершілікке тарту.

Штангалық сорғы жетегімен жабдықталған ұңғымаларға қызмет көрсету жөніндегі жұмысқа медициналық куәландырудан, өндірістік оқытудан, нұсқаулықтан және жұмыстарды қауіпсіз жүргізу бойынша білімін тексеруден өткен 18 жастан кем емес адамдар жіберіледі.

Қызмет көрсетуші персонал жұмыс қауіпсіздігін қамтамасыз ететін арнайы киімді – жеке қауіпсіздік құралдарын пайдалануы тиіс. Штангалық сорғы жетегімен жабдықталған ұңғымаларға (газға қауіпті, отты және т.б.) қызмет көрсетумен байланысты қауіптілігі жоғары жұмыстарды орындау кезінде қызмет көрсетуші персонал тиісті нұсқаулықтарды басшылыққа алуы қажет.

Тербелмелі станокты және оның электр жабдықтарын жайластыру, монтаждау, бөлшектеу, жерге қосу, қызмет көрсету, жөндеу мұнай-газ өндіру өнеркәсібіндегі қауіпсіздік ережелерінің талаптарын сақтай отырып орындалуы тиіс.

Тербелетін станоктарға қызмет көрсететін персонал қатаң сақтауы керек ең маңызды қауіпсіздік ережелері:

- Инді-шатунды механизмнің және сына-белдік берілістің қоршауынсыз тербелмелі станоктың жұмысына тыйым салынады

- тербелмелі станокты тоқтатпай техникалық қызмет көрсету және ағымдағы жөндеу жөніндегі жұмыстарды жүргізу

- тербелетін станоктың жанындағы жұмыс кеңістігі артық заттарсыз таза болуы тиіс

- қызмет көрсетуші персоналдың киімінде тербелмелі станоктың айналмалы тораптарымен ұсталуы мүмкін ілулі бөлшектер болмауы тиіс

- тербелмелі станок жұмыс істеп тұрған кезде майлау операцияларына қатаң тыйым салынады

- қызмет көрсетуші персоналдың тербелмелі станок теңгергішінің және оның басының астында болуы

## ҚОРЫТЫНДЫ

Бүгінгі күні көптеген ғылыми-техникалық еңбектер ресурсты үнемдеу технологиясын өзіне қамтып, композиттік материалдарды негізгілерге алмастыру арқылы экономикалық, экологиялық жағынан тиімді нәтижелерге қол жеткізуді көздейді.

Бұл дипломдық жобада полимербетон редукторларының корпустарын құю технологиясы қарастырылған. Конструктивті және қосымша механикалық өңдеуді қажет етпейтін жоғары дайындықтағы құймаларды алуды қамтамасыз ететін матрицалардың дизайны технологиялық тұрғыдан пысықталды.

Полимербетон өнімдерінің сипаттамаларының тұрақтылығын қамтамасыз ететін негізгі факторлардың бірі - материалдарды дайындау және компоненттерді араластыру және редуктор корпусын құю режимінің технологиясын сақтау.

## ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1 Мордвинов А.А., Миклина О.А., Корохонько О.М. Оборудование скважин, эксплуатируемых штанговыми скважинными насосами: Методическое пособие. – Ухта: УГТУ, 2001. – 25 с.

2 Основы эксплуатации и ремонта бурового и нефтегазодобывающего оборудования: учеб. пособие / Д.И. Шишлянников, А.В. Николаев, В.Г. Островский, В.Ю. Зверев. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2018. – 150 с.

3 Оркин К.Г., Юрчук А.М. Расчеты технологии и технике добычи нефти. М: Недра 1967г.

4 Михайлов К.В., Потуроев В.В., Крайс Р. Полимербетоны и конструкции на их основе/Под ред. В.В.Потуроева. – М.: Стройиздат, 1989. - 304с.

5 Потуроев В.В. Технология полимербетонов (физико-химические основы). - М.: Стройиздат, 1977. – 240 с.

6 Бойка В.С. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений М: Недра, 1990г. – 96 с

7 Барабаш Д.Е. Применение математических методов планирования экспериментов для оптимизации состава полимербетонов. Воронежский ЦНТИ. № 138-97. 2 с.

8 Корнеев композиционных материалов. Проектирование на основе составов полимерных общих закономерностей полиструктурной теории / А.Д. Корнеев // Строительные композиционные материалы на основе отходов отраслей промышленности и энергосберегающие технологии: матер. науч.-техн. конф. - Липецк, 1986. - С. 14-15.

9 Крупник Л.А., Бейсенов Б.С., Елемесов К.К., Басканбаева Д.Д., Сарыбаев Е.Е. Технологическая инструкция по технологии приготовления полимербетонной смеси. – Алматы: КазНИТУ имени К.И.Сатпаева, 2019. – 6 с.

10 Крупник Л.А., Бейсенов Б.С., Елемесов К.К., Басканбаева Д.Д., Сарыбаев Е.Е. Технологическая инструкция на литье элементов корпусов редукторов Ц2-250 из полимербетона. – Алматы: КазНИТУ имени К.И.Сатпаева, 2019. – 6 с.