

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә.Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік инженерия институты

Қолданбалы механика және инженерлік графика кафедрасы

Оспан Ж.

Мұнай сорғыш қондырғының жетегін есептеу

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

5B071200 – Машина жасау мамандығы

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә.Бүркітбаев атындағы Өнеркәсіптік инженерия институты

Қолданбалы механика және инженерлік графика кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Кафедра меңгерушісі

физ.-мат. ғыл. д-ры, профессор

 А. Калтаев

« 08 » 05 2019 ж.



ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы «Мұнай сорғыш қондырғының жетегін есептеу»

5B071200 – Машина жасау мамандығы бойынша

Орындаған

Оспан Ж.

Ғылыми жетекші

техн. ғыл. к-ты, ассоц.проф.

 Е.Т. Бекенов

« 08 » 05 2019ж

Алматы 2019

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

Ә.Бүркітбаев атындағы Онеркәсіптік инженерия институты

Қолданбалы механика және инженерлік графика кафедрасы

5B071200 – «Машина жасау»



**Дипломдық жұмыс орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушы: Оспан Жасулан

Тақырыбы: Мұнай сорғыш қондырғының жетегін есептеу

Университет ректорының «06» қараша 2018 ж. № 1252-б бұйрығымен бекітілген

Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі: «13» мамыр 2019 жылы

Дипломдық жұмыстың бастапқы деректері: _____

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

а) Кіріспе. Дипломдық жұмысқа бастапқы шолу ;

б) Негізгі бөлім ;

в) Редуктор және белгіленген параметрлердің теориялық есебі;

г) Бұрамдық білікті Компас-3D бағдарламасының АРМ FEM беріктік анализ жүйесінде есептеу;

д) Жұмыс қорытындысы;

Графикалық материалдар тізімі (міндетті сызбаларды дәл көрсетумен):


Жұмыс презентациясы _____ слайдтарда көрсетілген

Ұсынылатын негізгі әдебиет: 8 атаулардан

Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, зерттеп дайындалатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге көрсету мерзімдері	Ескерту
Кіріспе. Дипломдық жұмысқа бастапқы шолу	2.02.19	
Негізгі бөлім	15.02.19	
Редуктор және белгіленген параметрлердің теориялық есебі	09.02.2019	
Бұрамдық білікті Компас-3D бағдарламасының АРМ FEM беріктік анализ жүйесінде есептеу	27.03.2019 - 5.04.2019	

Аяқталған дипломдық жұмыс үшін, оған қатысты бөлімдердің жұмыстарын көрсетумен, кеңесшілер мен норма бақылаушының қойған қолдары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Норма бақылаушы	Е.Т. Бекенов техн. ғыл. канд., ассоц.проф.	08.05.2019	

Ғылыми жетекші


қолы

Е.Т. Бекенов

Аты-жөні

Білім алушы тапсырманы орындауға алды


қолы

Ж.К.Оспан

Аты-жөні

Күні

“ 6 ” мамыр 2019 ж.

АҢДАТПА

Дипломдық жұмыста мұнай сорғыш қондырғы қарастырылады, жалпы мәліметтер, қолдану аймағы және мұнай сорғыш қондырғының түрлері берілген.

Диплом тақырыбына сәйкес есептеулер орындалған. Білік пен тістегеріш беріктікке есептелген, ашық шынжырлы беріліс есептелген.

Жетек схемасы және жұмыс принциптері бойынша әр түрлі жұмыстар орындалады. Білік жобалау кезінде соңғы элементтерге бөлшектейміз, кейін инерция сипаттамасын аламыз, содан кейін кернеу графиктерін берілген.

Мұнай сорғыш қондырғының жетегінің бөлшектері беріктікке есептелген және SOLID WORKS бағдарламасы арқылы ең көп күш түсетін біліктің үш өлшемді моделі сызылған және беріктікке есептелген.

АННОТАЦИЯ

В данной дипломной работе рассматривается станок качалка, область применения и виды станков качалки .

Расчеты дипломной работы выполняются в соответствии с темой. Прочность вала и шестерни рассчитаны . Расчитана открытая цепная передача.

Выполняются разные работы по схеме редуктора и принципам работы. При проектировании вала разбиваем на конечные элементы, после берем характеристику инерций, затем даем графики напряжения.

В соответствии с темой дипломной работы, выполнен расчет деталей редуктора на прочность и построена 3D модель вала. С помощью программы SOLID WORKS выполнен расчет на прочность.

ABSTRACT

In this thesis work considered general information about the pumping unit, the scope and types of pumping unit.

The diploma work is done in correspondence with it. The strength of the shaft and gear calculated. Calculated open chain transfer.

Execute different works under the scheme of the gearbox and principles of operation. In the design of the shaft is divided into finite elements, after taking the characteristic of inertia, then give the voltage graphs.

For parts of a pumping unit completed the calculation of the details of the product on the strength and built 3D model with SOLID WORKS program and three-dimensional model of the shaft, assessed for strength.

Мазмұны

Кіріспе	7
1 Жетектің энергетика-кинематикалық есебі және электрқозғалтқышты таңдау	9
2 Тісті цилиндрлік берілісті жобалау есебі	12
3 Біліктердің алдын ала есебі, эскизі және алдын ала подшипник таңдау	17
4 Тісті доңғалақтардың, редуктор корпусы мен қақпағының конструктивтік өлшемдері	20
5 Біліктерді беріктікке есептеу	21
6 Редуктор шығу білігінің доңғалақ қондырылған орнындағы кілтекті беріктікке есептеу	23
7 Жетекші білікті Компас-3D бағдарламасының АРМ FEM беріктік анализ жүйесінде есептеу	24
Қорытынды	28
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	29

КІРІСПЕ

Сорғыш қондырғы - мұнай ұңғымаларын механикаландырылған пайдалану кезінде тереңдік сорғыны іске қосуға арналған агрегат. Тереңдік сорғы плунжерінің қайтарымды-үдемелі қозғалысы штангалар мен штокқа арқылы беріледі. Қондырғы -тербелгіш ұңғыма сағасының үстіне іргетасқа орнатылады. Бір мезгілде қызмет көрсетілетін ұңғымалардың санына байланысты сорғыш қондырғы жеке, қосарланған және топтық болады. Практикада жиі жеке сорғыш қондырғы қолданылады. Штоқаға қозғалыстың берілу сипатына байланысты жеке тербелме станоктары теңгермелі және теңгерімсіз (балансирного и безбалансирного) типті болады. Әрекет принципі мен қозғалтқыш білігінің айналмалы қозғалысын шток пен штангалар колоннасының қайтарымды-үдемелі қозғалысына түрлендіретін механизмнің конструкциясымен ерекшеленетін теңгермелі жеке сорғыш қондырғылар кеңінен таралған.[1]

Сорғыш қондырғы арнайы дайындалған іргетаста (әдетте бетон) орнатылады, онда платформа, тіреу және басқару станциясы орнатылады. Бастапқы монтаждаудан кейін тірекке балансирдің басы деп аталатын теңдестіргіш орналастырылады. Оған арқанды аспа бекітіледі (соңғысы балансирді жылтыратылған сальник штоқымен жалғайды). Платформаға редуктор және электр қозғалтқышы орнатылады. Кейде электр қозғалтқыш платформа астында орналасқан. Соңғы опция өте қауіпті, сондықтан сирек кездеседі. Электрқозғалтқышы май толтырылған төмендеткіш редуктормен сына-ремендік беру арқылы жалғанады. Редуктор өз кезегінде қисық-шатунды механизм арқылы балансирмен қосылады. Бұл механизм редуктор білігінің айналмалы қозғалысын теңгергіштің кері-үдемелі қозғалысына түрлендіреді.

Басқару станциясы-электрик орналасқан қорапты блок. Басқару стансасына жақын жерде (немесе онда тікелей) тербелгіш станоктың қол тежегіші шығарылды. Басқару станциясының өзінде кілт (электр желісінің тұйықталуы үшін) және амперметр орналасқан. Соңғы-өте маңызды элемент, әсіресе ДНГ операторының жұмысында. Амперметрдегі нөлдік белгі шкаланың ортасына қойылған, ал Көрсеткі-Көрсеткіш солға теріс, оң жаққа жылжиды. Дәл солға-оңға ауытқуы бойынша оператор станокқа жүктемені анықтайды-екі жаққа да ауытқулар шамамен тең болуы тиіс. Егер теңдік шарты орындалмаса, онда станок бос жұмыс істейді.[2]

Сорғыш станоктар ұңғыманың түбінде орналасқан тереңдік штангалы сорғыға үдемелі қозғалысты беруге арналған. Энергияға шығындарды азайту үшін жабдық бірегей кинематикалық схемаға ие болуы тиіс. Қосымша шарт қазіргі заманғы құрамдауыштар мен құрауыштарды қолдану болып табылады.

Сорғыш құрылғы редуктордың жетекші білігіне түсетін айналмалы қозғалыс күш қондырғысынан тұрады. Онда қарсы салмақ жүйесі бар қисық сызық орналасқан. Кривошип пен балансирмен байланыс үшін шатундар мен траверстер қарастырылған. Өз кезегінде, балансир тірек тірегіне орнатылған.

Балансирдің шеткі бөлігінде энергия шығынын азайту үшін қайырмалы бас орналасқан.

Дұрыс орнатылған құрылғы келесі пайдалану сапасы бар:

- ПӘК жоғары көрсеткіші. Энергия шығындарын оңтайландыруға мүмкіндік беретін тепе-теңдік жүйесімен шартталған;

- сенімділік. Тербелме станогы ұзақ уақыт жұмыс істей алады. Ең бастысы- жылжымалы механизмдерді майлаудың тиісті деңгейін қамтамасыз ету;

- орнату күрделілігі. Тербелгіш станоктарды қалыпты пайдалану үшін жайластырылған тірек платформаларына орнату қажет. Көбінесе олар бетон қоспасын құю әдісімен жасалады.

Осы құрылыммен қатар мұнай өндіру саласында теңгерімсіз жабдықтар қолданылады. Бұл модельдер салыстырмалы түрде аз мөлшермен және массамен ерекшеленеді, бірақ бұл ретте ПӘК төмен көрсеткішіне ие. Көп жағдайда жету қиын аудандарда немесе толыққанды іргетасты жайғастыру қиын жерлерде орнатылады. Әрбір сорғыш қондырғы қажетті пайдалану қасиеттеріне байланысты жеке параметрлерге ие. Алайда, олармен бірге жабдықтың осы түрі жалпы техникалық сипаттамаларға ие. Қондырғы сапасын талдау үшін олармен танысу ұсынылады. Барлық сорғыш қондырғылар өте жоғары өнімділікке ие болуы тиіс. Ол шток қозғалысымен және оның қарқындылығымен анықталады. Сонымен қатар, пайдалану сапасын ескеру қажет: жөндеу жарамдылығы, өлшемдері, жалпы салмағы және қызмет көрсету күрделілігі. Бұл маңызды болып табылады, себебі сорғыш қондырғы елді мекендерден алыс орнатылады, бұл сынған жағдайда жөндеуді қиындатады.

1 Жетектің энергетика-кинематикалық есебі және электроқозғалтқышты таңдау

Анықтама кестесі бойынша жетек құрамына кіретін әр берілістің және әр жабдықтың ПӘК-ін қабылдаймыз (1.1- кесте)[3]:

Осы қабылдаған ПӘК мәндері бойынша жетектің жалпы ПӘК-ін есептейміз

$$\eta_{ж} = \eta_1 \eta_2^3 \eta_3 = 0,98 \cdot 0,99^3 \cdot 0,92 = 0,821 \quad (1.1)$$

$\eta_1 = 0,98$ – ашық цилиндрлік тісті берілістің ПӘК- і;
 $\eta_2 = 0,99$ – бір жұп домалау мойынтірегiнiң шығынын есепке алатын коэффициенті;

$\eta_3 = 0,92$ – шынжырлы беріліс ПӘК-і.

Электроқозғалтқыштың қажетті қуатын анықтаймыз

$$P_{каж} = \frac{P_3}{\eta_{ж}} = \frac{4,2 \cdot 10^3}{0,821} = 5 \text{ кВт} . \quad (1.2)$$

Жетектің шығу білігінің айналу жиілігі

$$n_3 = 80 \text{ мин}^{-1}$$

Жетектің алдын ала беріліс қатынасы

$$u'_{шб} = 3 \quad u'_{цил} = 4 \quad u'_{ж} = u'_{шб} \cdot u'_{цил} = 3 \cdot 4 = 12 \quad (1.3)$$

мұндағы $u'_{шб}$ – шынжырлы берілістің беріліс саны; оны тиімді аралықтан қабылдаймыз;

$u'_{цил}$ – бір сатылы цилиндрлі берілістің беріліс саны.

Оларды тиімді аралықтан қабылдаймыз ($u'_{шб} = 1,5 \div 5$; $u'_{цил} = 3,15 \div 5,6$). Сонымен $u'_{шб} = 3$; $u'_{цил} = 4$ деп таңдаймыз.

Электроқозғалтқыштың есепті айналу жиілігі

$$n'_{коз} = n_3 \cdot u'_{ж} = 80 \cdot 12 = 960 \text{ айн/мин}; \quad (1.4)$$

Алынған мәліметтер арқылы анықтамалық кестеден электроқозғалтқыш түрін таңдаймыз. Таңдайтын электроқозғалтқыш қуаты қажетті қуатқа тең немесе одан үлкен, ал білігінің айналу жиілігі жуықша шамасына ($n'_{коз}$) жақын болуы тиіс, яғни $P_{э.қ} \geq P_{қаж} = 5,5$ кВт, $n_{ном} \approx n'_{коз} = 960$ айн/мин. Бұған 132S2

электрокозғалтқыш сәйкес келеді. Оның сипаттамалары: $P_{\text{э.к}}=5.5\text{кВт}$; $n_c \approx n_6=1000$ айн/мин; $S=3,3\%$; $d_{\text{э.к}}=38$ мм ; $l_{\text{э.к}} = 80$ мм.

1.8 Электрокозғалтқыш білігінің номиналды айналу жиілігінің шамасын анықтаймыз

$$n_{\text{ном}} = n_c \left(1 - \frac{S}{100}\right) \quad (1.5)$$

$$n_{\text{ном}} = n_c \left(1 - \frac{S}{100}\right) = 1000 \left(1 - \frac{3,3}{100}\right) = 967 \text{ айн / мин}$$

Жетектің жалпы беріліс қатынасы

$$u_{\text{ж}} = \frac{n_{\text{ном}}}{n_3} = \frac{967}{80} = 12 \quad (1.6)$$

Жетектің жалпы беріліс санын сатыларға жіктейміз:
 $u_{\text{цил}}=4$ деп аламыз, онда

$$u_{\text{шб}} = \frac{u_{\text{ж}}}{u_{\text{цил}}} = \frac{12}{4} = 3 \quad (1.7)$$

Сонымен $u_{\text{цил}}=4$; $u_{\text{шб}}=3$ деп қабылдаймыз.

Жетектің кинематикалық параметрлерін анықтау. Жетек біліктерінің айналу жиілігі мен бұрыштық жылдамдықтарын анықтаймыз:

$$n_1 = n_{\text{ном}} = 967 \text{ айн / мин ;} \quad (1.8)$$

$$\omega_1 = \omega_{\text{ном}} = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 967}{30} = 101,21 \text{ рад / с ;} \quad (1.9)$$

$$n_2 = \frac{n_1}{u_{\text{шб}}} = \frac{967}{4} = 241,75 \text{ айн / мин ;} \quad (1.10)$$

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30} = \frac{3,14 \cdot 241,75}{30} = 25,3 \text{ рад / с ;} \quad (1.11)$$

$$n_3 = \frac{n_2}{u_{\text{цил}}} = \frac{241,75}{4} = 60,44 \text{ айн / мин ;} \quad (1.12)$$

$$\omega_3 = \frac{\pi \cdot n_3}{30} = \frac{3,14 \cdot 60,44}{30} = 6,34 \text{ рад / с ;} \quad (1.13)$$

Жоғарыдағыдай жетектің әр білігіндегі қуат шамасы мен бұраушы момент шамасын анықтаймыз.

$$T_1 = \frac{P_{\text{элк}}}{\omega_1} = \frac{5 \cdot 10^3}{101,21} = 49,4 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}; \quad (1.14)$$

$$T_2 = T_1 \cdot U_p = 49,4 \cdot 10^3 \cdot 4 = 197,6 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм} \quad (1.15)$$

$$T_3 = T_2 \cdot u_{\text{ш.б}} = 197,6 \cdot 10^3 \cdot 3 = 592,8 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}; \quad (1.16)$$

2 Тісті цилиндрлік берілісті жобалау есебі

Тісті доңғалақтардың материалдарын таңдау және мүмкіндік кернеулерін анықтау. Бәсеңдеткіштің габариттерін азайту үшін механикалық құрамы күшейтілген болатты аламыз. 3.3 кестесі[2] бойынша шестерня үшін қаттылығы HB 300 жақсартылған 40 ХН болатты және доңғалақтар үшін қаттылығы HB 280 жақсартылған болатты 40 ХН қабылдаймыз.

Мүмкіндік жанасу кернеулерін анықтаймыз:

Доңғалақ пен шестерня материалдары үшін төзімділік шегі (3.2 кестесі)[3]:
доңғалақ үшін

$$\sigma_{Hlimb1} = 2HB_1 + 70 = 2 \cdot 300 + 70 = 670 \text{ Н / мм}^2; \quad (2.1)$$

шестерня үшін

$$\sigma_{Hlimb2} = 2HB_2 + 70 = 2 \cdot 280 + 70 = 630 \text{ Н/мм}^2. \quad (2.2)$$

Жүктеме режимі тұрақты болғандықтан, жұмыс істеу мерзімінің коэффициенті

$$K_{HL} = K_{FL} = 1$$

Беріктік қор коэффициенті $[S]_H = 1,1$ (жақсартылған тісті доңғалақтар үшін).

$$[\sigma]_{H1} = \frac{\sigma_{limb1} K_{HL1}}{[S]_{H1}} = \frac{670 \cdot 1}{1,1} = 609,1 \text{ Н/мм}^2; \quad (2.3)$$

$$[\sigma]_{H2} = \frac{\sigma_{limb2} K_{HL2}}{[S]_{H2}} = \frac{630 \cdot 1}{1,1} = 572,7 \text{ Н/мм}^2; \quad (2.4)$$

$$\begin{aligned} [\sigma]_H &= 0,45([\sigma]_{H1} + [\sigma]_{H2}) = 0,45(609,1 + 572,7) = 531,8 \text{ Н/мм}^2 < 1,25[\sigma]_{H2} \\ &= 1,23 \cdot 572,7 = 715,9 \text{ Н/мм}^2. \end{aligned} \quad (2.5)$$

Мүмкіндік иілу кернеулерін анықтаймыз:

$$[\sigma]_F = \sigma^o_{F limb} / [S]_F. \quad (2.6)$$

3.9 – кестесі[3] бойынша нөлдік иілу циклының төзімділік шегі:

$$\sigma_{F\text{ limb}}^o = 1,8 \text{ НВ.} \quad (2.7)$$

$$\text{Шестерня } \sigma_{F\text{ limb1}}^o = 1,8 \cdot 300 = 540 \text{ Н / мм}^2;$$

$$\text{Доңғалақ } \sigma_{F\text{ limb2}}^o = 1,8 \cdot 280 = 504 \text{ Н / мм}^2.$$

Беріктік қор коэффициенті $[s]_F = [s]'_F [s]''_F$, мұндағы материалдың механикалық қасиеттері тұрақты болғанда $[s]'_F = 1,75$ (3,9-кесте)[3] және сомдау мен штамптау үшін $[s]''_F = 1$. Осыдан $[s]_F = 1,75 \cdot 1 = 1,75$.

Мүмкіндік иілу кернеуі:

$$\text{Шестерня үшін : } [\sigma]_{F1} = \sigma_{F\text{ limb1}}^o / [s]_F = 540 / 1,75 = 308,6 = 309 \text{ Н/мм}^2; \quad (2.8)$$

$$\text{Доңғалақ үшін } [\sigma]_{F2} = \sigma_{F\text{ limb2}}^o / [s]_F = 504 / 1,75 = 288 \text{ Н / мм}^2. \quad (2.9)$$

Редукторды есептеу. Ось аралық қашықтықтың алдын ала мәні, мм
Қиғаш цилиндрлік беріліс үшін

$$\begin{aligned} a_w &= K_a (u+1) \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot K_{H\alpha} \cdot K_{H\beta}}{[\sigma]_H^2 \cdot u_p^2 \cdot \psi_{sa}}} = \\ &= 43(4+1) \sqrt[3]{\frac{197,6 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 1,25}{572,7^2 \cdot 4^2 \cdot 0,4}} = 105,36 \text{ мм} \end{aligned} \quad (2.10)$$

мұндағы, $K_a = 43$,

Стандарт (МЕСТ 2185-66)[3] бойынша $a_w = 125$ мм деп аламыз.

Қалыпты ілінісу модулі

$$m_n = (0,01 \dots 0,02) \cdot a_w = (0,01 \dots 0,02) \cdot 125 = 1,25 \dots 2,5 \text{ мм,} \quad (2.11)$$

$m_n = 2$ мм деп аламыз.

Тіс бағытының бұрышы $\beta = 10^0$ -деп алып, шестерня мен доңғалақтың тістер санын анықтаймыз.

Шестерня тістер саны

$$z_1 = \frac{2a_w \cdot \cos \beta}{(u_p + 1) \cdot m_n} = \frac{2 \cdot 125 \cdot 0,9848}{(4+1) \cdot 2,5} = 19,7 \quad (2.12)$$

$z_1 = 20$ деп қабылдаймыз.
Доңғалақтың тістер саны

$$z_2 = z_1 \cdot u_p = 20 \cdot 4 = 80 \quad (2.13)$$

$z_2 = 80$ деп қабылаймыз.
Тіс бағыты бұрышының дәл мәні

$$\cos \beta = \frac{(z_1 + z_2) \cdot m_n}{2 \cdot a_w} = \frac{(20 + 80) \cdot 2,5}{2 \cdot 125} = 1 \quad (2.14)$$

$$\beta = \arccos 1 = 0 \quad (2.15)$$

Шестерня мен доңғалақтың негізгі өлшемдері

$$d_1 = \frac{m_n \cdot z_1}{\cos \beta} = \frac{2,5 \cdot 20}{1} = 40 \text{ мм}; \quad (2.16)$$

$$d_2 = \frac{m_n \cdot z_2}{\cos \beta} = \frac{2,5 \cdot 80}{1} = 160 \text{ мм}; \quad (2.17)$$

Тістер төбесіндегі диаметр

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m_n = 40 + 2,5 \cdot 2 = 45 \text{ мм}; \quad (2.18)$$

$$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m_n = 160 + 2,5 \cdot 2 = 165 \text{ мм}; \quad (2.19)$$

Тістер ойысының диаметрі

$$d_{f1} = m_n (z_1 - 2,5) = 2,5 \cdot (20 - 2,5) = 43,75 \text{ мм}; \quad (2.20)$$

$$d_{f2} = m_n (z_2 - 2,5) = 2,5 \cdot (80 - 2,5) = 193,75 \text{ мм}; \quad (2.21)$$

Доңғалақ ені

$$b_2 = \psi_{bd} \cdot a_w = 0,4 \cdot 125 = 40 \text{ мм}; \quad (2.22)$$

Шестерня ені

$$b_1 = b_2 + 5 = 40 + 5 = 45 \text{ мм} \quad (2.23)$$

Шестерня енінің диаметрі бойынша коэффициентін анықтаймыз

$$\psi_{bd} = \frac{b_1}{b_2} = \frac{45}{40} = 1,125 \quad (2.24)$$

Доңғалақтың жылдамдығы және берілістің дәлдік дәрежесі

$$v = \frac{w_1 \cdot d_1}{2} = \frac{101,21 \cdot 40}{2} = 2 \quad (2.25)$$

Мұндай жылдамдықта 8-дәрежелі дәлдікті (төменгі дәлдік) қабылдаймыз.

Жүк коэффициенті:

$$K_H = K_{H\beta} \cdot K_{H\nu} \cdot K_{H\alpha}, \quad (2.26)$$

мұндағы $K_{H\beta}$ – жүктің тіс еніне қатысты бір қалыпты тарамайтынын есепке алатын коэффициент; оның мәнін 3.5-кестесінен[2] аламыз; $\psi_{ed} = 1,2$, шестерня мен доңғалақтың материалдарының қаттылығы $H \leq 350$ НВ және доңғалақтардың тіректерге қатысты симметриялы орналасуына байланысты $K_{H\beta} = 1,05$.

3.4-кестесі[3] бойынша $v = 2,5$ м/с және 8-і дәлдік дәрежесі үшін $K_{H\alpha} = 1,09$.

3.6-кестесі[3] бойынша қиғаш тісті доңғалақтар үшін $v \leq 5$ м/с болған кезде $K_{H\nu} = 1$.

Сонымен,

$$K_H = 1,05 \cdot 1,09 \cdot 1 = 1,14$$

Жанасу кернеуін тексеру:

$$[\sigma_H] = \frac{270}{a_w} \sqrt{\frac{T_2 \cdot K_H (u+1)^3}{b_2 u_p^2}} \leq \sigma_{Hp} \quad (2.27)$$

$$= \frac{270}{125} \sqrt{\frac{197,6 \cdot 10^3 \cdot 1,14 \cdot (4+1)^3}{40 \cdot 4^2}} = 453,1 \leq 572,7$$

Тісті беріліс ілінісуінде әсер ететін күштер:

Шеңберлі

$$F_t = \frac{2T_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 45,5 \cdot 10^3}{40} = 2275 \text{ Н}; \quad (2.28)$$

Радиалды

$$F_r = \frac{F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha}{\cos \beta} = \frac{2275 \cdot 0,3639}{1} = 827,87 \text{ Н}; \quad (2.29)$$

Иілу кернеуі бойынша тістердің шыдамдылығын тексеру

$$\sigma_F = \frac{F_t \cdot K_{F\beta} \cdot Y_F \cdot K_{FV} \cdot K_{F\alpha} \cdot Y_\beta}{b_1 \cdot m_n} \leq [\sigma_F] \quad (2.30)$$

мұндағы $K_{F\beta} = 1,13$ (3.7 кесте)[3].

$K_{F\alpha} = 1,1$ (3.8 кесте)[3].

$Y_F - z_v$ эквиваленттік тістер санына байланысты жергілікті кернеу бойынша тістердің беріктік коэффициенті.

Шестерняда
$$z_{v1} = \frac{z_1}{\cos^3 \beta} = \frac{20}{1^3} = 20; \quad (2.31)$$

Доңғалақта
$$z_{v2} = \frac{z_2}{\cos^3 \beta} = \frac{80}{1^3} = 80 \quad (2.32)$$

$$Y_{F1} = 4,09 \quad \text{және} \quad Y_{F2} = 3,61$$

$$\frac{[\sigma_F]}{Y_F} \quad \text{қатынасын анықтаймыз:} \quad (2.33)$$

шестерня үшін:
$$\frac{308,6}{4,09} = 75,45 \text{ МПа}$$

доңғалақ үшін:
$$\frac{288}{3,61} = 79,8 \text{ МПа}$$

Y_B және $K_{F\alpha}$ коэффициенті анықтаймыз

$$Y_B = 1 - \frac{\beta}{140} = 1 - \frac{0}{140} = 1 \quad (2.34)$$

8 дәрежелі дәлдік үшін $K_{F\alpha} = 0,92$ (42-бет)[3].

$$\sigma_F = \frac{2275 \cdot 1,243 \cdot 4,09 \cdot 1 \cdot 0,92}{45 \cdot 2} = 118 \text{ МПа} < [\sigma_{F2}] = 288 \text{ МПа}. \quad (2.35)$$

Беріктік шарты орындалды.

3 Біліктердің алдын ала есебі, эскизі және алдын ала подшипник таңдау

Жетекші білік: $[\tau]_6 = 25 \text{ Н/мм}^2$ деп қабылдап, жалғастырғыш қондырылатын бөлігінің диаметрін анықтаймыз

$$d_{b1} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T_1}{\pi [\tau]_6}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 45,5 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 25}} = 21 \text{ мм}; \quad (3.1)$$

$d_{b1} = 25 \text{ мм}$ деп қабылдаймыз.

Біліктің подшипниктер астындағы бөлігінің диаметрі

$$d_{n1} = d_{b1} + 5 = 25 + 5 = 30 \text{ мм} \quad (3.2)$$

$d_{n1} = 30 \text{ мм}$ деп қабылдаймыз

Білікті шестернямен біртұтас етіп жасаймыз.

Жетектегі білік: $[\tau]_6 = 20 \text{ Мпа}$

$$d_{b2} = \sqrt[3]{\frac{16 T_2}{\pi [\tau]_6}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 182 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 20}} = 36 \text{ мм}; \quad (3.3)$$

$d_{b2} = 40 \text{ мм}$ деп қабылдаймыз.

Біліктің подшипник қондырылатын мойыншасының диаметрі

$$d_{n2} = d_{b2} + 5 = 40 + 5 = 45 \text{ мм} \quad (3.4)$$

$d_{n2} = 55 \text{ мм}$ деп қабылдаймыз.

Біліктің доңғалақ қондырылатын мойыншасының диаметрі

$$d_{d2} = d_{n2} + 5 = 45 + 5 = 50 \text{ мм} \quad (3.4)$$

$d_{d2} = 50 \text{ мм}$ деп аламыз.

Біліктің қалған мойыншаларының ұзындықтары құрастыру сызбасы бойынша графикалық түрде анықталады.

1) Жетекші білік (3.1- сурет)

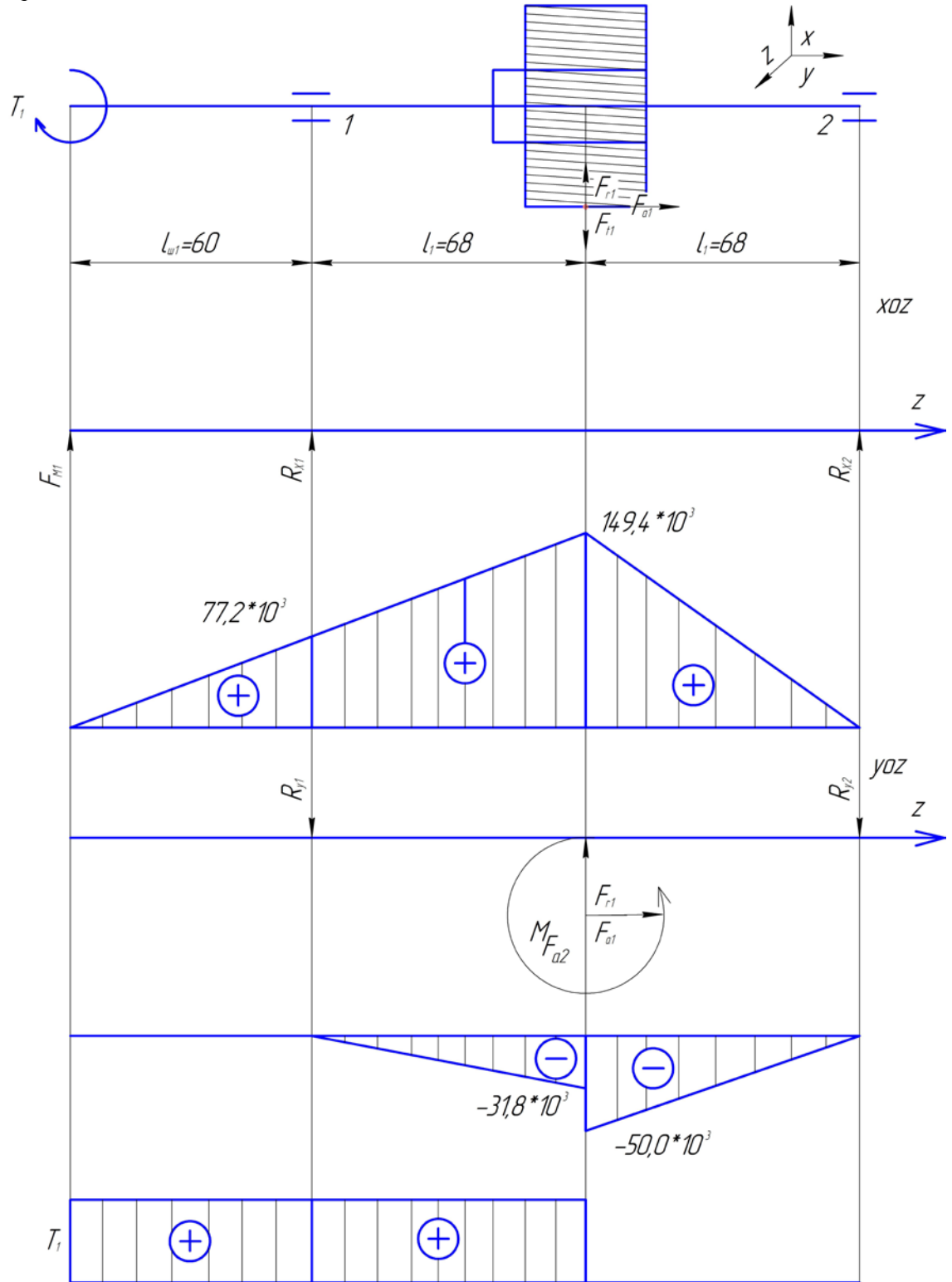
Ілінісу кезіндегі күштер

$$F_t = 2275 \text{ Н}$$

$$F_r = 827,87 \text{ Н}$$

$$F_a = 0$$

$d_1=40 \text{ мм}$



3.1 – сурет – Жетекші білік

Тірек реакциялары
xoz осі бойынша

$$\sum M_1(F_x)=0, \quad R_{x2}(l_1+l_1)+F_{t1}l_1=0 \quad (3.5)$$

$$R_{x2} = \frac{-F_{t1} \cdot l_1}{l_1 + l_1} = \frac{2275 \cdot 60}{60 + 60} = -1137,5H \quad (3.6)$$

$$\sum M_2(Fx)=0, \quad -R_{x1}(l_1+l_1)-F_{t1}l_1=0 \quad (3.7)$$

$$R_{x1} = \frac{F_{t1} \cdot l_1}{l_1 + l_1} = \frac{2275 \cdot 60}{60 + 60} = -1137,5H \quad (3.8)$$

Тексеру: $-R_{x1}+F_{t1}-R_{x2}=-1137,5+2275-1137,5=0 \quad (3.9)$

yoz осі бойынша

$$\sum M_1(Fy)=0, \quad F_{r1} \cdot l_1 - R_{y2}(l_1+l_1)=0 \quad (3.10)$$

$$R_{y2} = \frac{F_{r1} \cdot l_1}{l_1 + l_1} = \frac{827,87 \cdot 60}{60 + 60} = 413,935H \quad (3.11)$$

$$\sum M_2(Fy)=0, \quad R_{y1}(l_1+l_1)-F_{r1} \cdot l_1 = 0 \quad (3.12)$$

$$R_{y1} = \frac{F_{r1} \cdot l_1}{l_1 + l_1} = \frac{827,87 \cdot 60}{60 + 60} = 413,935H \quad (3.13)$$

Тексеру: $-R_{y1}-R_{y2}+F_{r1}=-413,935-413,935+827,87=0 \quad (3.14)$

Қосынды реакциясы:

$$F_{r1} = \sqrt{R_{x1}^2 + R_{y1}^2} = \sqrt{(-1137,5)^2 + 413,935^2} = 548,39 H \quad (3.15)$$

$$F_{r2} = \sqrt{R_{x2}^2 + R_{y2}^2} = \sqrt{1137,5^2 + 413,935^2} = 548,39 H \quad (3.16)$$

$$X=0,56 \quad V=1$$

$$F = (XVF_{r1} + YF_a) \cdot K_\delta \cdot K_T = (0,56 \cdot 1 \cdot 548,39) \cdot 1 \cdot 1 = 307,1 H \quad (3.17)$$

Жұмыс істеу мерзімі, млн, айн.

$$L = \left(\frac{C}{F}\right)^3 = \left(\frac{28,1 \cdot 10^3}{0,3071 \cdot 10^3}\right)^3 = 766089,5 \text{ млн, айн.} \quad (3.18)$$

$$L_L = \frac{L \cdot 10^6}{60 \cdot n_1} = \frac{766089,5 \cdot 10^6}{60 \cdot 967} = 13203,9 \cdot 10^3 \text{ ca}\mathcal{E} \quad (3.19)$$

4 Тісті доңғалақтардың, редуктор корпусы мен қақпағының конструктивтік өлшемдері

Цилиндрлі тісті берілістің қалыпты шеңберлік модулі $m_n = 2$ мм. Сондай – ақ, алдын ала анықталған:

$$\begin{array}{ll} \text{Шестерня : } d_1 = 40 \text{ мм;} & \text{доңғалақ: } d_2 = 160 \text{ мм;} \\ d_{a1} = 44 \text{ мм;} & d_{a2} = 164 \text{ мм;} \\ b_1 = 45 \text{ мм;} & b_2 = 40 \text{ мм;} \end{array}$$

Шестерня күпшексіз орындаймыз.

Доңғалақ күпшегінің диаметрі мен ұзындығы

$$d_{k2} = 1,6 \cdot d_{\delta 2} = 1,6 \cdot 50 = 80 \text{ мм;} \quad (4.1)$$

$$l_{k2} = (1,2 \dots 1,5) d_{\delta 2} = (1,2 \dots 1,5) 50 = 60 \div 75 \text{ мм;} \quad (4.2)$$

$l_{k2} = 70$ мм деп қабылдаймыз.

$$\delta_0 = (2,5 \div 4) m = 6,25 \div 10 \quad (5.3)$$

$\delta_0 = 8$ мм деп қабылдаймыз

$$\begin{array}{l} \text{Диск қалыңдығы} \quad C = 0,3b = 0,3 \cdot 40 = 12 \text{ мм;} \\ C = 12 \text{ мм деп қабылдаймыз.} \end{array} \quad (4.3)$$

Тұрқының негізі мен қақпағы қабырғаларының қалыңдығы

$$\delta = 0,025 a_w + 1 \text{ мм,} \quad (4.4)$$

$$\delta_1 = 0,02 a_w + 1 \text{ мм.} \quad (4.5)$$

$$\delta = 0,025 \cdot 125 + 1 = 4,125 \text{ мм;} \\ \delta = 8 \text{ мм деп қабылдаймыз.}$$

$$\delta_1 = 0,02 \cdot 125 + 1 = 3,5 \text{ мм;} \\ \delta = \delta_1 = 8 \text{ мм деп қабылдаймыз.}$$

5 Біліктерді беріктікке есептеу

Білік материалы – қалыптандырылған болат 45.

$$\sigma_B = 835 \text{ Н/мм}^2$$

$$\text{Төзімділік шегі: } \sigma_{-1} = 0,43 \sigma_B = 0,43 \cdot 835 = 359 \text{ Н/мм}^2 \quad (5.1)$$

$$\text{Жанама кернеу: } \tau_{-1} = 0,58 \sigma_{-1} = 0,58 \cdot 359 = 208 \text{ Н/мм}^2 \quad (5.2)$$

А – А қимасы иілу моменттері.

$$\text{x өсі бойынша } M_x = 267,8 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм};$$

$$\text{y өсі бойынша } M_y = 222,26 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

Қосынды июші моменті

$$M_{A-A} = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} = \sqrt{(267,8 \cdot 10^3)^2 + (222,26 \cdot 10^3)^2} = 348 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}; \quad (5.3)$$

Қиманың кедергі моменттері:

$$W_p = \frac{\pi \cdot d_{d2}^3}{16} - \frac{b \cdot t_1 (d_{d2} - t_1)}{2 \cdot d_{d2}} = \frac{3,14 \cdot 50^3}{16} - \frac{16 \cdot 6(50 - 6)}{2 \cdot 50} = 22,67 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм} \quad (5.4)$$

Иілудің қалыпты кернеуінің амплитудасы:

$$\sigma_a = \sigma_{\max} = \frac{M_{A-A}}{W_p} = \frac{348 \cdot 10^3}{22,67 \cdot 10^3} = 15,3 \text{ Н} / \text{мм}^2; \quad (5.5)$$

Жанама кернеулерінің амплитудасы мен орташа кернеуі:

$$\tau_{\max} = \frac{T_2}{W_p} = \frac{197,6 \cdot 10^3}{22,67 \cdot 10^3} = 8,7 \text{ Н} / \text{мм}^2 \quad (5.6)$$

$$\tau_{\min} = \frac{\tau_{\max}}{2} = \frac{8,7}{2} = 4,35 \text{ Н} / \text{мм}^2 \quad (5.7)$$

6.6 – кесте[2] бойынша $k_\sigma = 1,8$ және $k_\tau = 1,7$; $\psi_\sigma = 0,15$

6.2 – кесте[2] бойынша $\varepsilon_\sigma = 0,82$; $\varepsilon_\tau = 0,7$; $\psi_\tau = 0,1$.

Беріктік қорының коэффициенті қалыпты кернеу бойынша

$$S_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}} \cdot \sigma_a + \psi_{\sigma} \cdot \sigma_m} = \frac{359}{\frac{1,8}{0,82} \cdot 15,3 + 0,15 \cdot 0} = 10,7 \text{ H / мм}^2; \quad (5.8)$$

Жанама кернеу бойынша беріктік қор коэффициенті:

$$S_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}} \cdot \sigma_{\tau} + \psi_{\tau} \cdot \tau_{\min}} = \frac{208,25}{\frac{1,7}{0,7} \cdot 4,35 + 0,1 \cdot 4,35} = 18,9 \text{ H / мм}^2; \quad (5.9)$$

Жалпы беріктік қор коэффициенті:

$$S = \frac{S_{\sigma} \cdot S_{\tau}}{\sqrt{S_{\sigma}^2 + S_{\tau}^2}} = \frac{10,7 \cdot 18,9}{\sqrt{(10,7)^2 + (18,9)^2}} = 9,3 \text{ H / мм}^2 \geq 1,5 \div 1,8 \quad (5.10)$$

6 Редуктордың шығу білігінің доңғалақ қондырылған орнындағы кілтекті беріктікке есептеу

Ұштары жұмырланған призмалық кілтектер. Кілтектер мен кілтектердің өлшемдері және ұзындығы – ГОСТ 23360-78 бойынша таңдалады[4].

Кілтектің материалы – Болат 35 қалыпқа келтірілген.

Жаншылу кернеуі және беріктік шарты формуласы[4] бойынша есептелінеді:

$$\sigma_{\max} = \frac{2T_2}{d_{b2}(h-t_1)(l-b)} \quad (6.1)$$

$$\sigma_{\max} = \frac{2T_2}{d_{b2}(h-t_1)(l-b)} = \frac{2 \cdot 197,6 \cdot 10^3}{40 \cdot (8-5)(455-18)} = 7,53 < 100$$

Болат күпшекті қабылдаған кезде рұқсат етілген жаншылу кернеуі

$\sigma_k = 100 \div 120$ МПа болу керек.

Жетек білігі. Екі кілтектің ішінен – тісті доңғалақтың үстіндегі және жұлдызшаның астындағы кілтектің арасынан - екіншісіне көп жүктеме жүктелген. Жұлдызшаның астындағы кілтекті тексереміз:

Білік диаметрі $d_{d2}=40$ мм бойынша кілтек параметрлерін таңдап аламыз.

$\gg 38 \gg 44$ мм Білік диаметрі

$b \times h = 12 \times 8$ мм Кілтектің ені мен биіктігі

$t_1 = 5$ мм Біліктегі ойық тереңдігі

$t_2 = 3,3$ мм Кілтектегі ойық тереңдігі

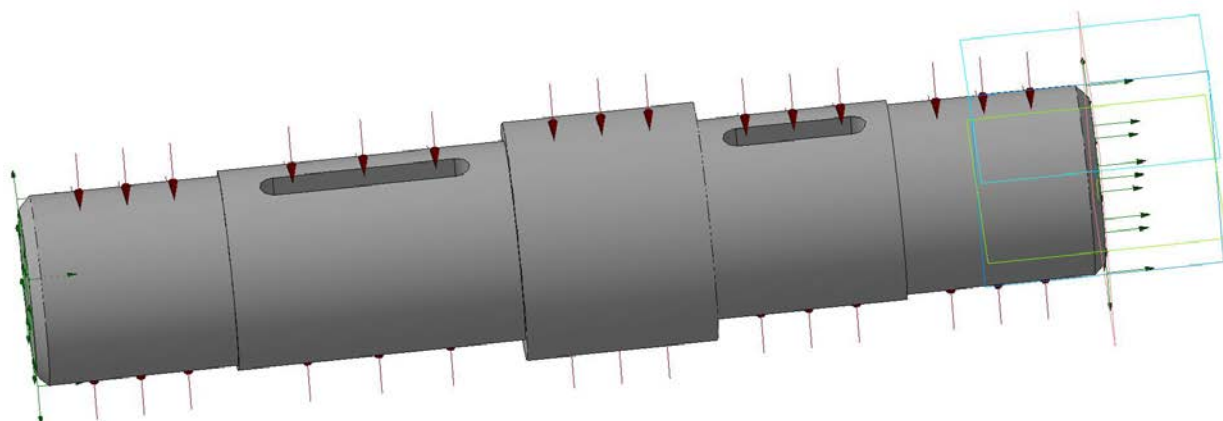
Фаска 0,25-0,40 $\alpha=45^\circ$

Кілтектің ұзындығын күпшектің ұзындығынан $5 \div 10$ мм қысқа етіп алуымыз керек. Күпшектің ұзындығы $l_k=70$ мм. Сондықтан кілтек ұзындығын $l=60$ мм деп аламыз.

$l < l_k \gg l=70$ мм

7 Жетекші білікті Компас-3D бағдарламасының АРМ FEM беріктік анализ жүйесінде есептеу

Компас 3D жүйесінде жетекші біліктің 3D моделін сызып, АРМ FEM беріктік анализін құрдым (7.1 – сурет).



7.1 – сурет – Жетекші білік

Моделдің екі жағындағы сатыларға қатаң бекітпе береміз. Бұл жерде біліктің жұмысы көп болғандықтан, осы білікке керекті күштерді саламыз.

Күштер туралы ақпарат 7.1 – кестеде көрсетілген және бекітулер жайлы ақпарат 7.2 – кестеде көрсетілген.

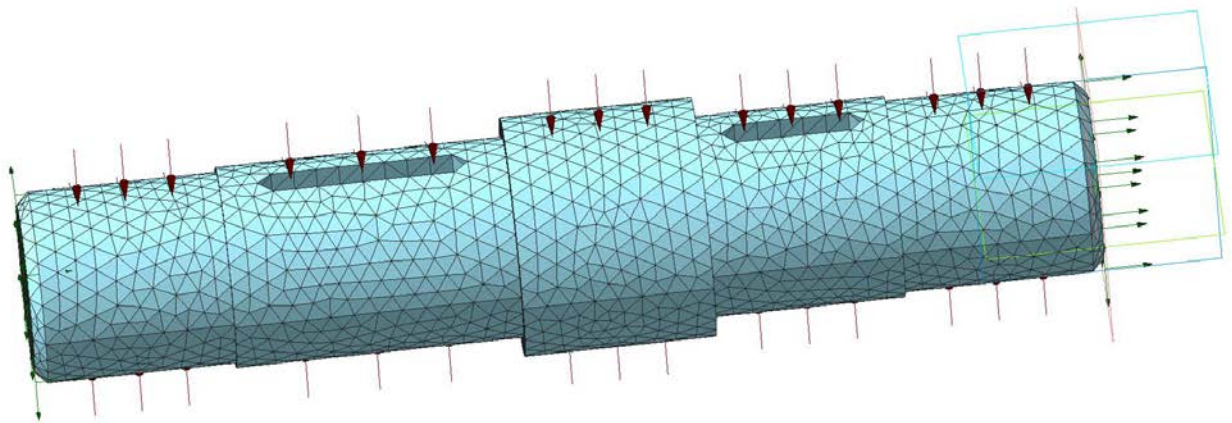
7.1 – кесте – Күштер туралы ақпарат

Атауы	Белгіленген объектілер	Күштің параметрлері
Таралған күш: таралған күш: 2	шекара: 2	Күш векторы: $X = -100000$; $Y = 0$; $Z = 0$

7.2 – кесте – Бекітулер туралы ақпарат

Атауы	Белгіленген объектілер	X [мм]	Y [мм]	Z [мм]	Rot. X [град]	Rot. Y [град]	Rot. Z [град]
Бек	шекара: 2	қозғалмайды	қозғалмайды	қозғалмайды	-	-	-

Жетекші білік соңғы элементтерге бөлінгеннен кейін сетка түрінде 7.2-суретте көрсетілген. Инерциялық характеристикасы 7.3-кестеде көрсетілген.



7.2 – сурет – Соңғы элементтерге бөлінгеннен кейінгі бөлшек

7.3-кесте – Моделдің инерциялық характеристикасы

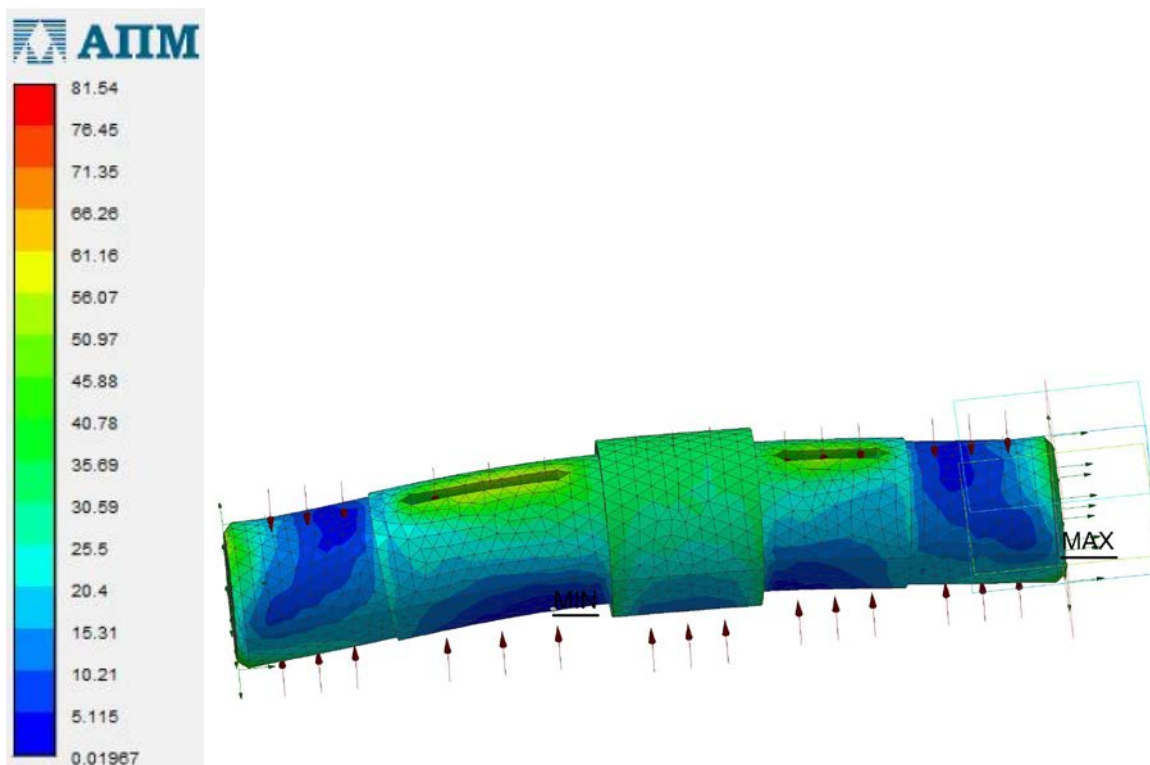
Атаулары	Шамасы
Моделдің массасы [кг]	8,276
Модельдің ауырлық центрі [м]	(0; -0.000404; 0.0108)
Моделдің центрге қатысты инерция моменттері [кг*м ²]	(0.00296; 0.00297; 0.0603)
Центрге қатысты реактивті моменттер [Н*м]	(0; -162.50583; 2.970212)
Тіректердің қосынды реакциялары [Н]	(15034.527653; 0 ; 0)
Реакциялардың абсолютты шамасы [Н]	15034.527653
Моменттің абсолютты шамасы [Н*м]	162.532969

Статикалық есептеу нәтижесіндегі кернеулердің шамалары 7.4-кестеде көрсетілген. 7.3-суретте кернеулер графикалық түрде көрсетілген [5].

7.4-кесте – Минималды және максималды кернеудің шамалары

Атауы	Тип	Минималды шама	Максималды шама

Мизес бойынша эйвивалентті кернеу	SVM [МПа]	0,019673	81,5445
---	-----------	----------	---------

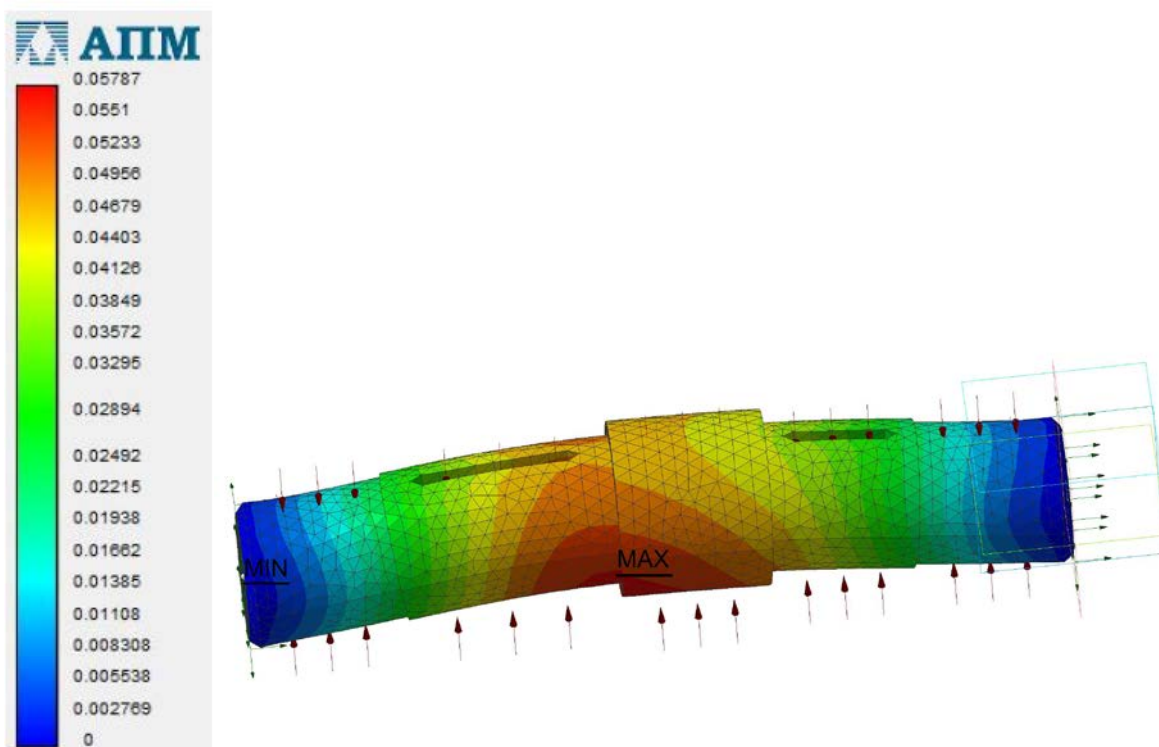


7.4 – сурет – Детальдағы кернеулер

Сызықтық орын ауыстыру шамасы 7.7-кестеде көрсетілген. 7.5-суретте Сызықтық орын ауыстырудың графикалық түрі көрсетілген.

7.7-кесте – Сызықтық орын ауыстыру

Атауы	Тип	Минималды шама	Максималды шама
Сызықтық орын ауыстыру		6.933	1000



7.5 – сурет – Сызықтық орын ауыстыру

ҚОРЫТЫНДЫ

«Мұнай сорғыш қондырғының жетегін есептеу» дипломдық жұмысын орындау барысында мұнай сорғыш қондырғы туралы көптеген мәліметтер қарастырылды. Мұнай сорғыш қондырғының конструкциясы, жұмыс істеу принциптері, жетектері және де түрлері талқыланды. Олардың негізгі бөлшектері, көмекші құрылғылары қарастырылды.

Жұмыстың мақсаты мұнай сорғыш қондырғының жетегін берілген мәліметтер бойынша есептеу болып табылады. Жетекті есептеу үшін мәліметтер

Бұзылмай жұмыс істеу уақыты $L_h=12000$ сағ.

Тіс формасы – түзу.

Тісті жұп материалы:

1) Шестерня – Болат 40ХН, Термиялық өңдеу – жақсарту;

2) Доңғалақ – Болат 40ХН, Термиялық өңдеу – жақсарту

$\alpha=45^\circ$

Жүктеме режимі – орташа ықтималдық.

Осы мақсатты орындау үшін көптеген мемлекеттік стандарттар іздестірілді, осы тақырып бойынша көптеген теориялық мәліметтер жиналды. Материалдар кедергісі, машиналарбөлшегі, теориялық механика, конструкторлау негіздері және курстық жобалау оқу курстары бойынша керекті редуктор алынды. Кеңістікте Компас-3D бағдарламасының көмегімен үш өлшемді моделі құрастырылды және компас үшін SOLID WORKS бағдарламасы көмегімен беріктікке және төзімділікке компьютер көмегімен есептелді.

Жұмыс барысында беріктіктің барлық шарттары орындалды. Бағдарламалық және теориялық есеп мәндері айырмашылығы максималды 5 пайызға жетпейді. Бұл көрсеткіш шекті аймақта жатады. Жалпы мұнай сорғыш қондырғының жетегі бөлшектерінің беріктігі есебі сәтті аяқталғанын оқу курстары барысында алынған білімдермен растаймын.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Архипов, К.И. Справочник по станкам-качалкам [Текст] / К.И. Архипов, В.И. Попов, И.В. Попов. – Альметьевск: АО «ТатНефть», 2000.
2. Ивановский В.Н., Дарищев В.И., Каштанов В.С., Сабиров А.А., Пекин С.С. Оборудование для добычи нефти и газа. Часть 1. Учебное пособие. Нефть и газ, 2002. -824 с.
3. Чернавский С. А., Ицкович Т. М. “Курсовое проектирование деталей машин” – М.: Машиностроение, 1979. -416 с.
4. Серікбаев Д. М. Тәжібаев С. Д. “Машина детальдары”. – Алматы. “Мектеп” 1983. -300 б.
5. АРМ Trans. Руководство пользователя. Система проектирования механических передач вращения. – 66 с. /<http://www.arm.ru>