

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
комерциялық емес акционерлік қоғамы

Энергетика және машиностроения институты

Инженерная механика кафедрасы

Махмет Саят Бақытұлы

Пресстың кривошипті-сырғымалы механизмнің кинетостатикасын зерттеу және
жобалау

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

6B07106 – «Инженерная механика» мамандығы

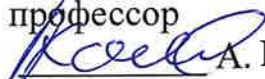
Алматы 2023

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
комерциялық емес акционерлік қоғамы

Энергетика және машиностроения институты
Инженерная механика кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ

Инженерная механика
кафедра меңгерушісі
физ.-мат. ғыл. д-ры,
профессор
 А. Қалтаев

« 06 » 06 2023 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Пресстың кривошипті-сырғымалы механизмнің
кинетостатикасын зерттеу және жобалау»

6B07106 – «Инженерная механика» мамандығы

Орындаған

Махмет С.Б.

Пікір беруші

Ғылыми жетекші

доцент, техн. ғыл. канд

техн. ғыл. канд., ассоц.проф.

 (Еспаев Б.А.)

 Сейдахмет А.Ж.

« 07 » 06 2023 ж.

« 07 » 06 2023 ж.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті
комерциялық емес акционерлік қоғамы

Энергетика және машиностроения институты
Инженерная механика кафедрасы

6B07106 – «Инженерная механика» мамандығы

БЕКІТЕМІН

Инженерная механика
кафедра меңгерушісі
физ.-мат. ғыл. д-ры,
профессор
 А. Қалтаев

« 06 » 06 2023 ж.

**Дипломдық жобаны орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушыға Махмет Саят Бақытұлы

Тақырыбы: «Пресстың кривошипті-сырғымалы механизмнің
кинетостатикасын зерттеу және жобалау»

Университет Ректорының 2022 жылғы «23» қараша №_408-П/Ө бұйрығымен
бекітілген.

Аяқталған жұмыстың тапсыру мерзімі « 06 » 06 2023 ж.

Дипломдық жұмыстың бастапқы деректері:

Дипломдық жұмыста қарастырылатын мәселелер тізімі:

- а) Пресс түрлеріне және олардың механизмдеріне шолу;
 - б) Кривошипті-ползунды пресс механизмнің кинематикасын моделдеу. Maple жүйесінде бағдарламаларды құрастыру. Қозғалыс анимациясын жасау;
 - в) Кривошипті-ползунды пресс механизмін күштік есептеу. Maple жүйесінде бағдарламаларды құрастыру;
 - г) Кривошипті-ползунды пресс механизмін Autodesk Inventor жүйесінде 3D жобалау. Сызбалар және қозғалыс анимациясын жасау;
 - д) Алынған мәліметтерге негізделген қорытынды;
- Графикалық материалдардың тізімі (міндетті түрде қажет сызбалар көрсетілген): жұмыстың 10 слайдтан тұратын презентациясы көрсетіледі. Ұсынылған негізгі әдебиет 16 пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады.

Дипломдық жұмысты дайындау

КЕСТЕСІ

Бөлімдер атауы, қарастырылатын мәселелер тізімі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімдері	Ескерту
1. Дипломдық жобаның жоспарын құру	23.02.2023ж	—
2. Негізгі бөлімді қарастыру	04.03.2023ж.	—
3. Кривошипті-ползунды пресс механизмін күштік есептеу. Maple жүйесінде бағдарламаларды құрастыру	27.03.2023ж	—
4. Кривошипті-ползунды пресс механизмін Autodesk Inventor жүйесінде 3D жобалау.Сызбалар және қозғалыс анимациясын жасау	03.05.2023ж.	—
5. Еңбек қорғау бөлімі	08.06.2023ж.	—

Дипломдық жұмыс бөлімдерінің кеңесшілері мен
норма бақылаушының аяқталған жұмысқа қойған

қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Кеңесшілер, аты, әкесінің аты, тегі (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолы
Норма бақылаушы	Е.Т. Бекенов, техн. ғыл. канд., ассоц.проф.	06.06.23ж.	

Ғылыми жетекші

 Сейдахмет А.Ж.

Білім алушы тапсырманы орудандауға алды
Күні

 Махмет С.Б.

«02» 03 2023 ж.

МАЗМҰНЫ

Кіріспе	6
1 Пресс түрлеріне және олардың механизмдеріне шолу	9
1.1Кривошипті пресстер	9
1.2Кривошипті машиналардың беріліс механизмдері	9
1.3Жалпы мақсаттағы пресстер	12
2.Кривошипті-ползунды пресс механизмінің кинематикасын моделдеу. Maple жүйесінде бағдарламаларды құрастыру. Қозғалыс анимациясын жасау	15
2.1Кривошипті-ползунды пресс механизмінің Кинематикасын мод	15
3 Кривошипті-ползунды пресс механизмін күштік есептеу. Maple жүйесінде бағдарламаларды құрастыру	18
3.1 Кривошипті ползунды прессмеханизмін күштік есептеу	18
3.2 Кривошипті престі механизмге негізделген прототипінің кинетостатикалық талдауы	22
4 Кривошипті-ползунды пресс механизмін autodesk inventor жүйесінде 3d жобалау.сызбалар және қозғалыс анимациясын жасау	24
4.1Кривошипті-ползунды пресс механизмін autodesk inventor жүйесінде 3d жобалау	24
4.2Механизмінің қозғалысын анимациясы	26
4.3Кривошипті престің сборочный сызбасы	27
Қортынды	27
Пайдаланылған әдебиеттердің тізі	29
А қосымшасы	30
Б қосымшасы	40

АНДАТПА

Жұмыстың мақсаты. Престің кривошипті-сырғымалы механизмінің моделін жасау, сонымен қатар оның жұмысын есептеу модельдеу нәтижелерін алу болды.

Механизммен байланысты негізгі теориялық аспектілер қарастырылды, негізгі параметрлерді есептеу жүргізілді және оның механизмді модельдеу жасалды. Жұмыста келесі нәтижелерге қол жеткізілді: Кривошипті-сырғымалы пресс механизмінің моделі жасалды;

Механизмнің негізгі параметрлерін есептеу жүргізілді;

Механизмнің жұмысын модельдеу;

Бұл нәтижелер осы механизмді пайдаланатын механизмдерді жобалау және пайдалану кезінде пайдаланылуы мүмкін. Өзірленген нұсқаулар механизмнің жұмысын оңтайландыру үшін пайдалы болуы мүмкін.

АННОТАЦИЯ

Цель работы. Разработка модели кривошипно-скользящего механизма пресса, а также расчет его работы заключались в получении результатов моделирования. Рассмотрены основные теоретические аспекты, связанные с механизмом, произведен расчет основных параметров и выполнено его моделирование механизма.

В работе достигнуты следующие результаты:

Разработана модель механизма кривошипно-скользящего пресса;

Произведен расчет основных параметров механизма;

Моделирование работы механизма;

Эти результаты могут быть использованы при проектировании и эксплуатации механизмов, использующих этот механизм. Разработанные инструкции могут быть полезны для оптимизации работы механизма.

ANNOTATION

The purpose of the work. The development of a model of the crank-sliding mechanism of the press, as well as the calculation of its operation, consisted in obtaining simulation results.

The main theoretical aspects related to the mechanism are considered, the main parameters are calculated and its mechanism is modeled.

The following results have been achieved in the work:

A model of the crank-sliding press mechanism has been developed;

The calculation of the main parameters of the mechanism is made;

Modeling the operation of the mechanism;

These results can be used in the design and operation of mechanisms using this mechanism. The developed instructions can be useful for optimizing the operation of the mechanism.

КІРІСПЕ

Тақырыпты зерттеудің өзектілігі. Пресс-жабдық механизмдерінің жұмыс принципі материалды қысу болып табылады. Осының арқасында келесі жұмыстар орындалады: парақтарды бүгу, материалдан сұйықтықты сығу, дайын жасаушыларды штамптау, затты тығыздау, қажетті геометрияларды алу.

Машина жасауда кривошипті престер металдарды, қорытпаларды қысыммен өңдеу арқылы қалыптастыру саласында маңызды орын алады. Кривошипті престер үлкен өнімділікке және жұмыс жылдамдығына ие, кривошипті престердің сипаттамалық ерекшеліктері; жалпы масса, формасы, жұмыс үстелінің өлшемдері, жұмыс сырғытпасының жылдамдығы, басқа пресс түрлерімен салыстырғанда өнімділік [1].

Кривошипті престердің жұмыс істеу принципі экстремалды позициялардың маңында жұмыс істейтін және кривошипті престердің функционалдығын алдынала анықтайтын атқарушы механизмнің құрылымына (рычаг, жұдырықша, жұдырықша-рычагты тісті рычаг) байланысты. Штамптау жабдықтары арасындағы престердің басты артықшылығы-жоғары өнімділік, штамптаудың барлық түрлерін жүргізу мүмкіндігі, жұмыс органының экстремалды күйінде жоғары штамптау дәлдігі, жұмыс органының циклдік қозғалысына байланысты автоматтандыру мүмкіндігі. Кривошипті престердің жұмысы соққылармен бірге жүрмейді, сондықтан фундаменттің шайқалуына әкелмейді және ғимараттарды босатпайды; иінді престер қымбат, көлемді және көп уақытты қажет ететін іргетастарды қажет етпейді.

Кривошипті престердің тиімділігін арттыру үшін, яғни өнімділік пен дәлдікті арттыру, қолдану аясын кеңейту үшін атқарушы механизмдердің конструкцияларын жақсарту қажет.

Өндіріс процесінің машина жасау кәсіпорындары қысымның әсерінен металдарды, қорытпаларды және металл емес материалдарды пішіндеуге және кесуге арналған кривошипті престерсіз жасай алмайды [2]. Ірі көлемді және жаппай өндірісте дайындамаларды немесе бөлшектерді алудың ең прогрессивті әдісі ретінде кривошипті штамптау престерінде штамптауға басымдық беріледі. Сондықтан машина жасау зауыттарының заманауи штамптау цехтары негізінен кривошипті престермен жабдықталған.

Қазіргі уақытта күрделі механизмдердің қозғалысын компьютерлік модельдеу кеңінен қолданылады, олардың жұмысына әсер ететін көптеген факторларды ескере отырып, көп салалы виртуалды модельдеу деп аталады.

Рычаг механизмдерінің жаңа конструкциялары негізінде кривошипті престерді жетілдіру жөніндегі міндет әлемде өзекті болып табылады және осы бағыттағы ғылымды дамыту үшін үлкен маңызға ие.

Жұмыстың мақсаты- кривошипті престің қозғалмалы механизмінің кинетостатикасын зерттеу.

Зерттеу тапсырмалары:

- кинематикалық талдау және иінді пресс синтезі
- кривошипті престің кинетостатикалық талдауы

- Maple бағдарламалық кешенінде иінді пресс қозғалысының имитациялық моделін әзірлеу және талдау
 - Autodesk Inventor бағдарламасында кривошипті престің 3D моделін әзірлеу
- Зерттеу нысаны-кривошипті пресс.

Зерттеу тақырыбы-кривошипті пресс механизмдерінің кинетостатикасын жобалау және зерттеу.

Зерттеу әдістері: Күрделі механикалық жүйелердің математикалық модельдерін әзірлеу Maple аналитикалық есептеу пакетін қолдану арқылы жүзеге асырылды. Күрделі механикалық жүйелердің имитациялық және 3D динамикалық модельдерін құрастыру Autodesk Inventor бағдарламалық кешенінде жүргізілді.

1 Пресс түрлеріне және олардың механизмдеріне шолу

1.1 Кривошипті пресстер

Кривошипті пресс-бұл металдан және олардың қорытпаларынан әртүрлі бөлшектерді штамптау операцияларын жүргізуге арналған жетегі бар технологиялық машина (әдетте иінді-сырғымалы рычагты механизм). Жоғары өнімділігі мен дәлдігіне, штамптау үнемділігіне және жақсы басқарылуына байланысты кривошипті пресстер өндірісте кеңінен қолданылады [1-3]. Иінді пресстерде штамптау бойынша әртүрлі жұмыстар жүргізіледі мысалы: ыстықтай штамптау және соғылмалардың әртүрлі өлшемдерін сығу; дайын штампталған соғылмалардың сырықтарын ыстық және суық кесу т.б. Жәнеде әртүрлі технологиялық операцияларды орындау: кесу, майыстыру, сызу, тесіктерді тесу және т.б.

Кривошипті пресстердің гидравликалық пресстер мен балғалардан айырмашылығы дәлірек және дыбыссыз, жылдам, әртүрлі іргетастарға оңай орнатылады және жақсы автоматтандырылған. Мақсаты бойынша иінді пресстер келесі түрлерге бөлінеді: әмбебап иінді пресстер; автоматты штамптау пресстері; сызу пресстері; ыстық штамптауға арналған иінді пресстер; чеканка жасауға арналған иінді конленный пресстер; көлденең соғу пресстері; майыстыруға және түзетуге арналған иінді пресстер; иінді қайшылар.

1.2 Кривошипті машиналардың беріліс механизмдері.

Әрбір технологиялық машинадағыдай кривошипті машинада (престе) атқарушы немесе жұмыс звеносы бар – сырғыма оның көмегімен өңдеу құралы – штамп бекітіледі. Сырғыма-жетектің соңғы звеносы . Кривошипті престе бастапқы немесе жетекші звено ретінде кривошип, сирек жағдайларда жұдырықша қолданылады [1].

Кривошипті кузнечно-штамповочный машиналарда штампты қозғалтатын сырғыма , қандайда бір кривошипті иінді механизмнің жұмысы кезінде берілген қайту-келу қозғалыстарың жасайды. Жұмыс жетегі мен беріліс механизмі арасындағы бұл байланыс кинематикалық тұрғыдан қатаң болғандықтан (беріліс байланыстарының серпімді деформациясын - дәл механизмді және жалпы машинаны және электр қозғалтқышының сырғуын ескермей), жүгірткі жылдамдығының өзгеруі әрдайым белгілі бір заңға сәйкес жүреді деп санауға болады. Орындалатын операцияның сипатына қарамастан. Сырғытпаның бір возвратно поступательно қозғалысының (жүрісінің) уақыты пресс цикліне сәйкес келеді. Жүгірткінің экстремалды позицияларында цикл үшін екі рет жылдамдық нөлге тең. Осылайша, қозғалыс шамасы бойынша өзгеретін инерциялық күштердің әрекетімен бірге жүреді.

Белгілі бір операцияны орындауға қойылатын технологиялық талаптар жұмыс звеносының қозғалысының бір немесе басқа сипатын және қозғалыстың осы сипаты қамтамасыз етілетін ауыспалы беріліс механизмінің түрін анықтайды.

Сырғыма қозғалысының кинематикалық параметрлерінің өзгеруіне беріліс механизмдерінің құрылымы мен өлшемдерінің өзгеруі тек кривошипті өлшемдердің өзгеруі арқылы қол жеткізуге болады.

Сондықтан кривошипті прерстерде үлкен немесе кіші күрделі иінді және жұдырықшалы-иінді беріліс механизмдері қолданылады. Қазіргі уақытта біз кривошипті прерстердің беріліс механизмдерінің төрт тобын (1-4) көрсете аламыз, олардың әрқайсысы белгілі бір технологиялық талаптарға жауап береді (1.1-сурет.) [1-2].

I топқа кинематикалық параметрлерге (ұзындығынан басқа) арнайы талаптар қойылмаған жағдайларда қолданылатын төрт буынды механизмдерді жатқызуға болады. Механизмдердің артықшылығы -компактность және қарапайымдылығы. Центральды және дезаксиалды нұсқаларда 1.1 иінді механизмі ең көп қолдануды тапты. 1.2 шарнирлы кривошипті-коромысловый төрт звенолы (шағын және орташа қуаттылықтағы листовой және сортовой орташа қайшылар) және кулисный механизмдері сирек кездеседі

1.3 және 1.4 (радиалды-соғу және радиалды-обжимды машиналары, холодновысадочные автоматы және ыстық штамптау прерстері).

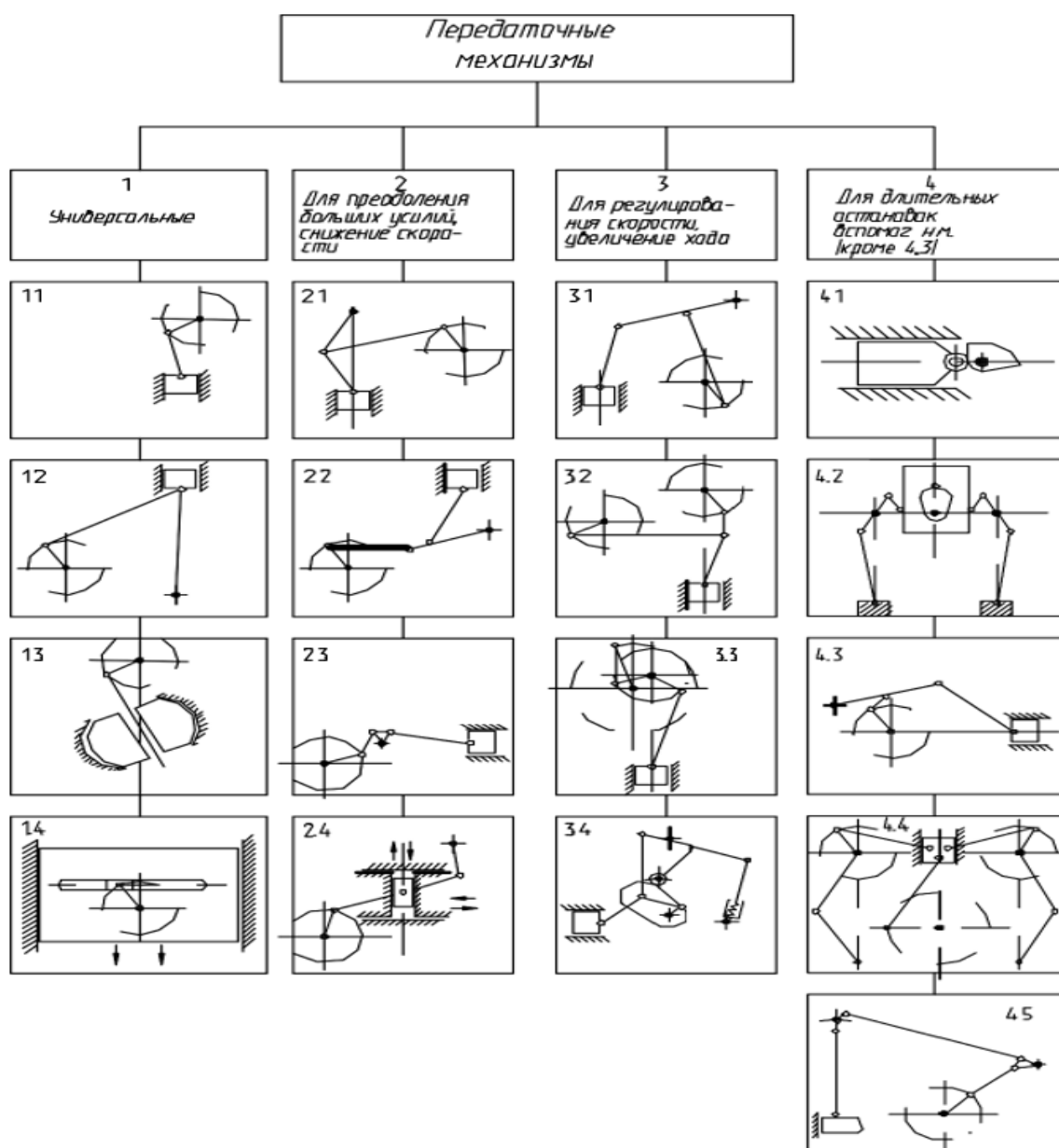
2-топтың беріліс механизмдері (1.3-сурет) аз қозғалыста үлкен номиналды күштерді түсіру қажет болған жағдайда қолданылады, бұл топ қозғалыс барысының соңында төмен жылдамдықпен қозғалысы сипатталады. 1.3-суретте көрсетілген 2.1 және 2.2 иінді механизмдер ақырын жылдамдықтарыны байланысты чеканка үшін қолданылады. 2.3 рычаг механизмі обрезной кривошипті прерстің жұмыс механизмі ретінде қолданылады. Рычаг механизмі 2.4 жылжымалы сырғымасы бар иінді пресс ретінде қолданылады.

Иінді жұмыс сырғытпасының біркелкі қозғалысын қамтамасыз ету үшін 1.3-суретте көрсетілген 3-топқа біріктірілген күрделі механизмдер қолданылады. Вытяжной және правильный прерстерде кривошипті иінді прерстің жұмыс механизмі ретінде қолданылады 3.1. Мамандандырылған прерстерде куыс бөлшектерді терең сору, ерекшеліктеріне байланысты (екі кривошипті) 3.2 және 3.3 рычагты жұмыс механизмі ретінде қолданылады. Суық сығымдау машиналарының жұмыс механизмі үшін 3.4 механизмі қолданылады. Бұл механизмде сырғытпаның қозғалысы жұдырықшаның және рычагты-коленного механизмінің айналуы арқылы жүзеге асырылады.

Екі және үш әрекетті паракты штамптауға арналған көлденең соғу прерстерінің жұмыс механизмі үшін суретте көрсетілген 4-топ механизмдері қолданылады.

4-топ механизмдерінің негізгі сипаттамасы-цикл бойынша үлкен аялдамалардың болуы. Жұдырықшалы механизм (4.1) және жұдырықшалы - рычагты (4.2) негізіндегі жұмыс механизмі шағын номиналды жүктемелер кезінде қолданылады. Үлкен номиналды күш-жігермен 1.0 МН-ден астам жұмыс механизмі ретінде алты буынды 4.3 механизмі қолданылады. Егер жұмыс механизмін одан да ұзақ тұрумен алу қажет болса, онда 4.4 және 4.5 сегіз звенолы механизмдері қолданылады. суретте көрсетілген (1.1-сурет).

Машиналардың технологиялық негізде жіктеуі олардың орындайтын технологиялық процестің ерекшеліктері, машинаның (Прерстің) конструкциясы мен анықталады.



1.1-сурет – Беріліс механизмiнiң кинематикасы бойынша кривошиптi престердi жiктеу

Парақты, көлемдi және ұнтақты массаларды штамптауға арналған иiндi машиналардың (престердiң) үш тобын көрсету қажет. (1.2-сурет)

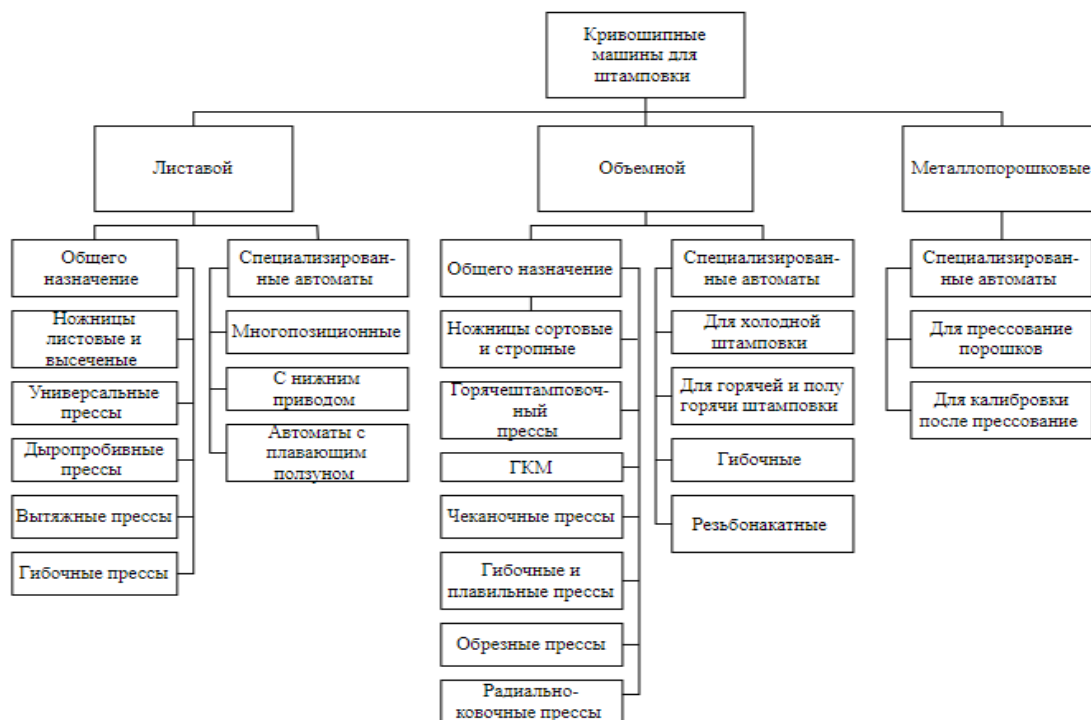
Парақты штамптау престерi көлемдi штамптау престерiмен салыстырғанда әмбебап болуы керек, ал олардың штамптау кеңiстiгi мен insult мөлшерi жеткiлiктi үлкен болуы керек.

Көлемдi штамптау үлкен деформацияға төзiмдiлiкпен және штамптар мен Деформацияланатын денелердiң салыстырмалы түрде аз мөлшерiмен сипатталады.осыған байланысты штамптау кеңiстiгiнiң барысы мен өлшемдерi мұнда аз болады.

Ыстық штамптау кезiнде деформация процесiнiң қысқа болуы қажет, сондықтан престер жылдам болуы керек.

Қажетті дәлдікті және энергия шығындарының минимумын қамтамасыз ету үшін көлемді штамптау пресстері жоғары қаттылыққа ие болуы керек.

Пресстердің әр тобында екі кіші топты ажыратуға болады: жалпы мақсаттағы пресстер және белгілі бір бөлік түрін өңдеу үшін қолданылатын және бүкіл циклдің жұмысын толық автоматтандыруды қамтамасыз ететін механизмдермен жабдықталған және ең алдымен дайындамаларды беру және дайын бөлшектерді алып тастау.



1.2-сурет – Кривошипті пресстердің жіктелуі технологиялық мақсаттағы ерекшеліктері

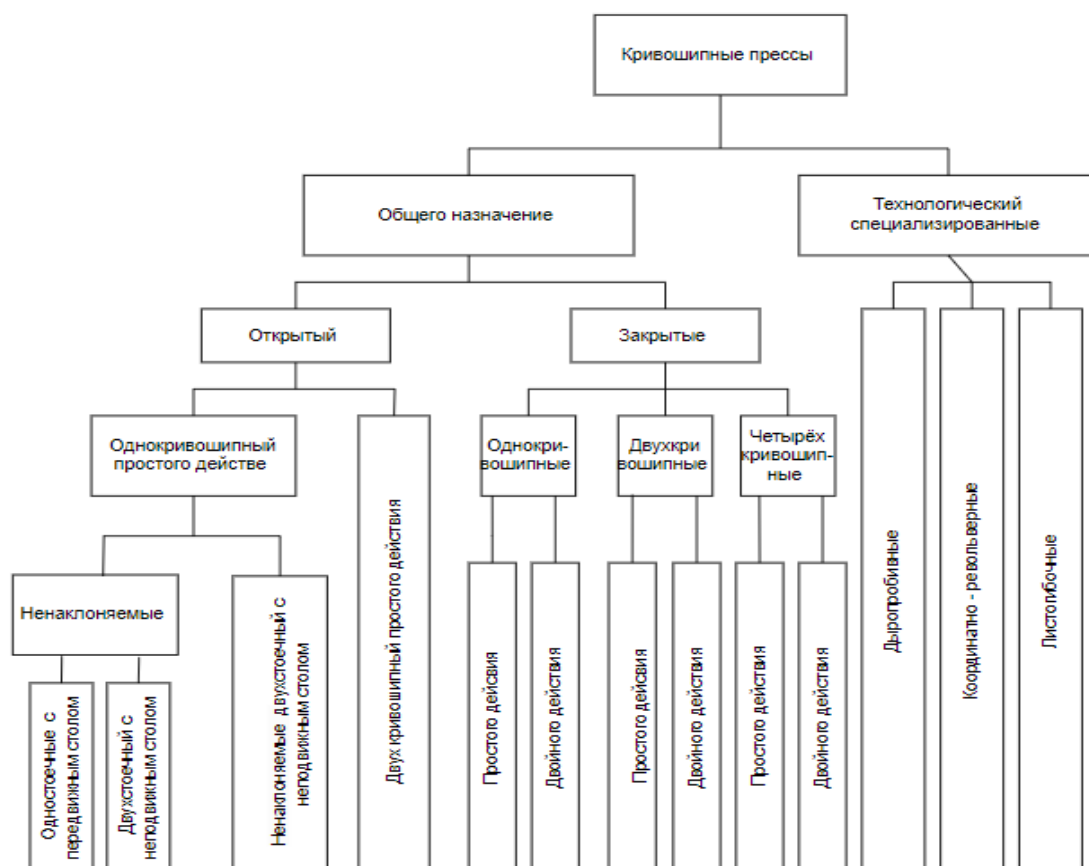
1.3 Жалпы мақсаттағы пресстер

Станинаның дизайнына байланысты пресстер ашық және жабық пресстер болып бөлінеді. Ашық пресстерде станина С-тәрізді, мөртабан кеңістігі үш жағынан қол жетімді, сондықтан техникалық қызмет көрсетуге ыңғайлы. (1.3-сурет).

Ашық пресстер. өнеркәсіпте ұсақ және орташа бөлшектерді штамптауда басым, бұл ашық пресстердің көп таралуына әкелді. Кривошипті пресстер өнеркәсіп паркінің 89-85 % - ы, олар салыстырмалы түрде қарапайым және қолдануға ыңғайлы пресстерден тұрады [4]. Алайда станинаның асимметриялық жүктемесі оның елеулі деформацияларын және штамптың қисаюының пайда болуын алып келеді. Жабық пресстерде станинаны симметриялы жақтау түрінде қолданылады, бұл деформацияның төмендеуін қамтамасыз етеді және орталық жүктеме кезінде қисаюды болдырмайды.

Ашық пресстер бір тіректі және екі тіректі болуы мүмкін. Біріншісінде станинаның жабық қорап бөлімі бар, екіншісінде ол жергілікті қабырғалар мен толқындармен байланысқан екі тіректен тұрады. Бұл штампталған бөлшектерді

алып тастауды жеңілдететін штамптау кеңістігі деңгейінде саңылауды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді. Бір тіректі престерде екі модификация бар-қозғалмайтын және жылжымалы үстелмен. Ашық екі бағаналы престер еңкейтілген және еңкейтілмеген болуы мүмкін. Көлбеу престердегі номиналды күш $P_n = 160...155$, станинаның қаттылығы төмен болғандықтан, 2 МН-мен шектеледі. Көлбеу престер арнайы тіректерге орнатылады, онда бүкіл пресс құрылымы станинамен бірге үстелдің жазықтығы көкжиекке $30-35^\circ$ бұрыш болатындай етіп бұрыла алады; бұл штамптаудан кейін бөлшектерді алып тастауды жеңілдетеді. Еңкейтілген және еңкейтілмеген престер бір кривошипті және екі кривошипті болуы мүмкін. Станинаның үлкен серпімді деформациясына байланысты ашық типтегі бір иінді қос тіректі престер 5 МН аспайтын номиналды РН күшімен ($P_n = 150...165$ кезінде) салынады. Екі кривошипті престерде салыстырмалы түрде ұзағырақ сырғытпа екі бірдей иінді сырғытпа механизмдерімен байланысқан екі топсада ілулі. 63-160 ко күшімен еңкейтілген екі бағаналы станинасы бар престер әмбебаптығы мен пайдалану ыңғайлылығына байланысты ең көп таралды.



1.3-сурет – Жалпы мақсаттағы кривошипті престер конструкцияларының жіктелуі.

Жабық пресстер. Жабық екі тіректі станинасы жоғары қаттылығы 40-3500 КС (0,4-35 МН) күшімен жабық штамптау престерін орындауға мүмкіндік береді. Бұл престер штамптау кеңістігінің үлкен өлшемдерімен сипатталады, сондықтан олар ашық престермен салыстырғанда технологиялық мүмкіндіктерге ие, бірақ

сонымен бірге аз қозғалыстар мен ұзақ соққыларға ие. Бұл престер үш және үш жақты нұсқаларда салынған.

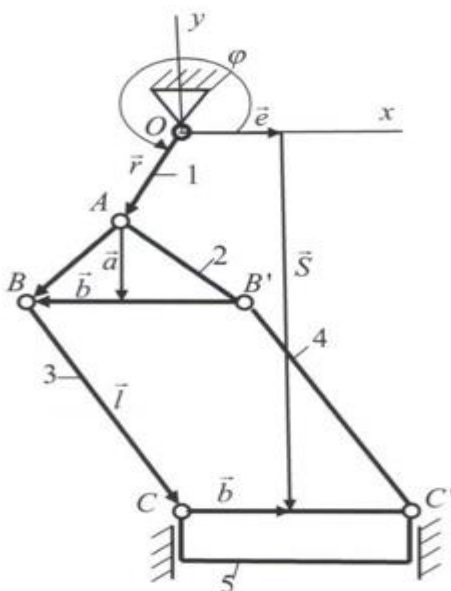
Жабық престер сонымен қатар сырғытпаның суспензия нүктелерінің санымен ерекшеленеді: бір, екі және төрт кривошипті. Кривошипті механизмдер санының артуы штамптау кеңістігінің және жалпы престің жалпы өлшемдерінің ұлғаюын әкеледі. Пресс жетегінің дизайнының маңызды ерекшелігі-оның біліктерінің орналасуы.

Престің алдыңғы жағына перпендикуляр және параллель біліктердің орналасуы қолданылады, ал олардың жабық престерде қандай да бір орналасуы кривошиптердің санына қарамастан қабылдануы мүмкін. Бір және екі кривошипті престердің негізгі параметрлері 100-1600 КС (1,0 - 16,0 МН), ход ұзындығы 130-800 мм және минутына 6-40 жүріс саны. Төрт кривошипті престердің номиналды күштері 1000-6300 КС (10-63 МН), [6-7]ход ұзындығы 250-1000 мм және жүрістер саны минутына 5-18. Бір кривошипті престер кесу, сору және басқа суық штамптау операцияларын орындауға, сондай-ақ ыстық штамптаудан кейін қоқысты кесуге арналған. Бұл престердің салыстырмалы түрде аз саны жетек жүйесінде берілістердің екі-үш сатысының болуын анықтайды. Жетектің дизайны белгілі бір дәрежеде пресс орналасуын, оның жалпы өлшемдерін және басқа да пайдалану қасиеттерін анықтайды. Бұл престер, әдетте үлкен номиналды күшке ие және тек қалың жапырақты материалдарды бөлу кезінде қолданылады. Екі және төрт кривошипті жабық престер жетектің жоғарғы және төменгі орналасуымен орындалады.

2 Кривошипті-ползунды пресс механизмінің кинематикасын моделдеу. Maple жүйесінде бағдарламаларды құрастыру. Қозғалыс анимациясын жасау

2.1 Кривошипті-ползунды пресс механизмінің кинематикасын моделдеу

Рычаг механизмінің кинематикалық талдауы жалпы түрде 6-ретті көпмүшенің тамырларын анықтауға дейін азаяды, сондықтан элементар функциялар класында позициялар мәселесін шешу мүмкін емес. Бұл жағдайда табылған түбірлерге сәйкес механизмнің берілген бастапқы орны бар трансцендентальды теңдеулер жүйесін шешу керек. Рычаг механизмінің ерекше жағдайын қарастырыңыз (2.1-сурет), мұнда өзгермелі контуры $BB'C'C$ параллелограмм болып табылады. Рычаг механизмін кинематикалық талдау мәселесінің шешімін қарапайым функциялар арқылы алуға болады.



2.1- сурет – Рычагты пресс механизмінің диаграммасы.

Алты буынды рычаг механизмінің контурының векторлық тұйықталу теңдеулерін құрайық (2.1-сурет)

$$\vec{r} + \vec{a} + \vec{b} + \vec{l} - \vec{b} = \vec{S} + \vec{e} \quad (2.1)$$

Проектируя (2.1) на оси x, y получим

x, y осіне жобалай отырып аламыз (2.1)

$$\begin{cases} r \cos \varphi + l \cos \psi = e \\ r \sin \varphi - a \sin \psi = -S \end{cases} \quad (2.2)$$

(2.2) қозғалыс заңдарын анықтаймыз $S = S(\varphi), \psi = \psi(\varphi)$

$$\begin{cases} S = a - r \sin \varphi - l \sin \psi \\ \cos \psi = -\frac{1}{l} (e - r \cos \varphi) \end{cases} \quad (2.3)$$

Өрнегің (2.3) түрінде жазылуға болады

$$\begin{cases} S = a - r \sin \varphi \pm \sqrt{l^2 - (e - r \cos \varphi)^2} \\ \psi = \pm \arccos \left[\frac{1}{l} (e - r \cos \varphi) \right] \end{cases} \quad (2.4)$$

(2.4) $\pm$ теңдеуінде механизмнің сбокасың анықтайды.

Біз (2.3) жалпыланған φ координаты бойынша дифференциялдаймыз және жылдамдық пен үдеудің аналогтарын анықтаймыз

$$\begin{cases} S' = -r \cos \varphi - l \cos \psi - l \cos \psi \cdot \psi' \\ \psi' \sin \psi = -\frac{r}{l} \sin \varphi \end{cases} \quad (2.5)$$

$$\begin{cases} S'' = r \sin \psi + l \sin \psi \cdot \psi'^2 - l \cos \psi \cdot \psi'' \\ \psi'' \sin \psi + \cos \psi \cdot \psi'^2 = -\frac{r}{l} \cos \varphi \end{cases} \quad (2.6)$$

Орталық механизм жағдайында $e = 0$ және (2.4) формулалары қарапайымдатылады.

$$\begin{cases} s = a - r \sin \varphi \pm \sqrt{l^2 - r^2 \cos^2 \varphi} \\ \psi = \pm s r \cos \left[\frac{r \cos \varphi}{l} \right] \end{cases} \quad (2.7)$$

(2.3) және (2.7) формулаларында a параметрі бар, әдеттегі кривошипті-сырғымалы механизмнің кинематикасын сипаттайтын формулалардан сол арқылы ерекшеленеді

Жылдамдықтардың аналогтары айқын түрде келесідей көрінеді

$$\begin{cases} s' = -r \cos \varphi \pm \frac{1}{2} \frac{r^2 \sin \varphi}{\sqrt{l^2 - r^2 \cos^2 \varphi}} \\ \psi' = \mp \frac{r \sin \varphi}{\sqrt{l^2 - r^2 \cos^2 \varphi}} \end{cases} \quad (2.8)$$

Біз (2.7) φ бойынша дифференциялдаймыз және үдеу аналогтарын аламыз

$$\begin{cases} s'' = r \sin \varphi \pm r^2 \left(\frac{\cos \varphi}{\sqrt{l^2 - r^2 \cos^2 \varphi}} - \frac{r^2 \sin^2 \varphi \cos \varphi}{2(l^2 - r^2 \cos^2 \varphi)^{\frac{3}{2}}} \right) \\ \psi'' = \pm r \left(\frac{\cos \varphi}{\sqrt{l^2 - r^2 \cos^2 \varphi}} - \frac{r^2 \sin^2 \varphi \cos \varphi}{2(l^2 - r^2 \cos^2 \varphi)^{\frac{3}{2}}} \right) \end{cases} \quad (2.9)$$

Сырғыманың сызықтық жылдамдығы мына формула бойынша

анықталады:

$$\dot{S} = \frac{dS}{dt} = S' \cdot \quad (2.10)$$

Мұнда $\omega = \frac{d\varphi}{dt}$ кривошипті біліктің бұрыштық жылдамдығы

Сырғыманың сызықтық үдеуі мына формула бойынша анықталады:

$$\ddot{S} = \frac{d^2S}{dt^2} = S'' \cdot \omega^2 + S' \varepsilon \quad (2.11)$$

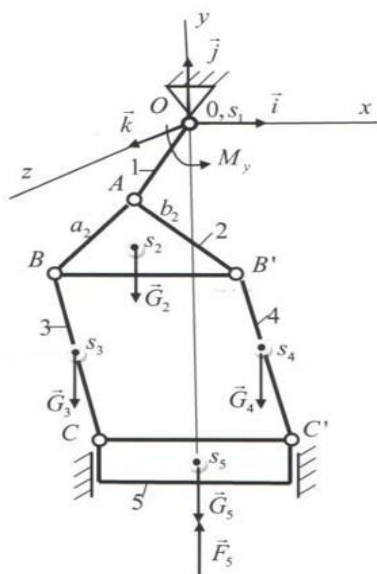
Мұнда $\varepsilon = \frac{d^2\varphi}{dt^2}$ кривошипті біліктің бұрыштық үдеуі.

3 Кривошипті-ползунды пресс механизмін күштік есептеу. Maple жүйесінде бағдарламаларды құрастыру

3.1 Кривошипті-ползунды пресс механизмін күштік есептеу

Рычаг механизміне негізделген иінді Престің кинетостатикалық уақыт талдауы

Рычаг механизмі негізінде иінді Престің кинетостатикалық уақыт талдауын қарастырыңыз (3.1-сурет).



3.1 – сурет – Рычагты пресс механизмнің схемасы.

Арқылы белгілеңіз $\vec{R}_{ij} = -\vec{R}_{ji}$ $i, j = 1, \dots, 5$ (реакции-дан j - ға дейінгі реакциялар) кинематикалық жұптардағы қажетті реакциялар және ведущ жетекші буындағы белгісіз тепе-теңдік моменті бар 1. Берсін қойған массасын буындарының m_j , инерция буындардың қатысты орталықтарының масс J_{Sj} , сондай-ақ ауырлық күшінің буындарының G_i (суретте көрсетілмеген) және күш кедергісінің выПусть белгілі заң қозғалысының жетекші буын $\varphi_1 = \varphi_1(t)$. Кинематикалық талдау мәселесін шешуден механизмнің басқа буындарының қозғалыс заңдылықтарын анықтауға болады.механизмнің сілтемелері. Осыдан кейін масса орталықтарының $-m_j \ddot{\xi}_j$ Инерция күштерін және инерция күштерінің моменттерін табуға болады $-J_{Sj} \varepsilon_j$.

Механизмнің бес жылжымалы буынының тепе-теңдік теңдеулерін (3.1-сурет) Даламбер принципі бойынша жазуға болады

$$\begin{aligned} \sum \vec{F}_{i,j} - m_j \ddot{W}_{Sj} &= 0, \\ \{(\vec{F}_{i,j}) - J_{Sj} \varepsilon_j\} &= 0, \quad j = 1, \dots \end{aligned}$$

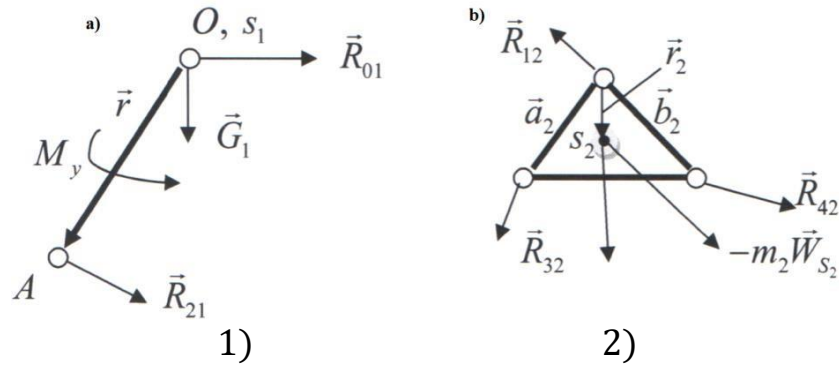
(3.1)

мұнда $\vec{F}_{ij}$ - сілтемесіне әсер ететін белсенді және реактивті күштер.қарағанда.

$$\vec{F}_{ij} = -\vec{F}_{ji} \quad (3.2)$$

Әр звено үшін теңдеулерді (3.11) жазайық. Жетекші звено үшін 1, оны статикалық теңдестірілген деп санап, жазыңыз (3.3). 1-звено және 2-звено үшін (3.2-сурет) теңдеулерді жазамыз.

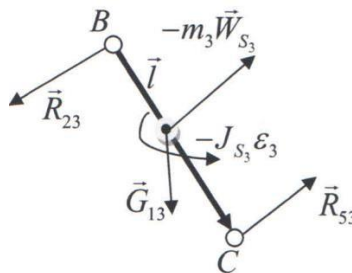
$$\begin{cases} \vec{R}_{01} + \vec{R}_{21} + \vec{G}_1 = 0, \\ \vec{r} \cdot \vec{R}_{21} + M_y \vec{k} - J_{S_1} \varepsilon_1 \vec{k} = 0 \end{cases} \quad (3.3)$$



3.2-сурет – 1- звено және 2-звено.

2-звено үшін (3.2-сурет) былай жазуға болады.

$$\begin{cases} \vec{R}_{12} + \vec{R}_{32} + \vec{R}_{42} + \vec{G}_2 - m_2 \vec{W}_{S_2} = 0, \\ -\vec{r}_2 \cdot \vec{R}_{12} + (\vec{a}_2 - \vec{r}_2) \cdot \vec{R}_{42} + (\vec{b}_2 - \vec{r}_2) \cdot \vec{R}_{42} - J_{S_2} \varepsilon_2 \vec{k} = 0 \end{cases} \quad (3.4)$$

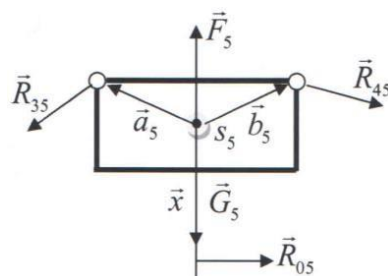


3.3- сурет – 3-звено.

3 және 4 звенолар үшін (3.3-3.4-сурет) ұқсас жазуға болады.

$$\begin{cases} \vec{R}_{23} + \vec{R}_{53} + \vec{G}_3 - m_3 \vec{W}_{S_3} = 0, \\ -\vec{r}_3 \cdot \vec{R}_{23} + (\vec{l} - \vec{r}_4) \cdot \vec{R}_{53} - J_{S_3} \varepsilon_3 \vec{k} = 0 \end{cases} \quad (3.5)$$

$$\begin{cases} \vec{R}_{24} + \vec{R}_{54} + \vec{G}_4 - m_4 \vec{W}_{S_4} = 0, \\ -\vec{r}_4 \cdot \vec{R}_{24} + (\vec{l} - \vec{r}_4) \cdot \vec{R}_{54} - J_{S_4} \varepsilon_4 \vec{k} = 0 \end{cases} \quad (3.6)$$



3.4-сурет – Ползун.

Сонымен, 5-ползун үшін тепе-теңдік шарттарын жазуға болады (3.4-сурет).

$$\begin{cases} \vec{R}_{35} + \vec{R}_{45} + \vec{G}_5 + \vec{F}_5 + \vec{R}_{05} - m_5 \vec{W}_{S_5} = 0, \\ \vec{x} \cdot \vec{R}_{05} + \vec{a}_5 \cdot \vec{R}_{35} + \vec{b}_5 \cdot \vec{R}_{45} = 0 \end{cases} \quad (3.7)$$

Бұл теңдеулерде $\vec{k}$ арқылы координаталық осінің ортасы белгіленеді. Оз. Қарапайымдылық үшін біз белгілерді енгіземіз.

$$\vec{Q}_i = \vec{G}_i - m_i \vec{W}_{S_i}, \quad \vec{J}_i = J_{S_i} \varepsilon_i \vec{k}, \quad i = 1, 2, \dots, 5 \quad (3.8)$$

Осы тепе теңдік теңдеуін ескере отырып механизмді келесідей жазуға болады.

$$\left\{ \begin{array}{l} \vec{R}_{01} + \vec{R}_{12} + \vec{G}_1 = 0 \\ \vec{r} \cdot \vec{R}_{12} + M_y \cdot \vec{k} - \vec{J}_1 \\ \vec{R}_{12} + \vec{R}_{32} + \vec{R}_{42} + \vec{Q}_2 = 0 \\ -\vec{r}_2 \cdot \vec{R}_{12} + (\vec{a}_2 - \vec{r}_2) \cdot \vec{R}_{32} + (\vec{b}_2 - \vec{r}_2) \cdot \vec{R}_{42} - \\ \vec{R}_{23} + \vec{R}_{53} + \vec{Q}_3 = 0 \\ -\vec{r}_3 \cdot \vec{R}_{23} + (\vec{l} - \vec{r}_3) \cdot \vec{R}_{53} - \vec{J}_3 = 0 \\ \vec{R}_{24} + \vec{R}_{54} + \vec{Q}_4 = 0 \\ -\vec{r}_4 \cdot \vec{R}_{24} + (\vec{l} - \vec{r}_4) \cdot \vec{R}_{54} - \vec{J}_4 = 0 \\ \vec{R}_{05} + \vec{R}_{35} + \vec{R}_{45} + \vec{F}_5 + \vec{Q}_{5=0} \\ -\vec{x} \cdot \vec{R}_{05} + \vec{a}_5 \cdot \vec{R}_{35} + \vec{b}_5 \cdot \vec{R}_{45} \end{array} \right. \quad (3.9)$$

Егер табсақ $\vec{R}_{12} = -\vec{R}_{21}$, жүйенің алғашқы екі теңдеуінен (3.19) $\vec{R}_{01}, M_y$, анықтауға болады.

$$\vec{R}_{01} = \vec{G}_1 - \vec{R}_{21}, \quad M_y = (\vec{k}, \vec{J}_1) - (\vec{k}, \vec{r}, \vec{R}_{21}) \quad (3.10)$$

Жүйенің үшінші теңдеуін (3.19) солға вектормен көбейтейік $\vec{r}_2$ және төртінші теңдеумен қосамыз.

$$\vec{a}_2 \cdot \vec{R}_{32} + \vec{b}_2 \cdot \vec{R}_{42} = \vec{J}_2 - \vec{r}_2 \cdot \vec{Q}_2 \quad (3.11)$$

Сол сияқты, жүйенің 5,4 және 7,8 теңдеулері үшін бірдей әрекеттерді жасауға болады (3.19)

$$\vec{l} \cdot \vec{R}_{53} = \vec{J}_3 - \vec{r}_3 \cdot \vec{Q}_3 \quad (3.12)$$

$$\vec{l} \cdot \vec{R}_{54} = \vec{J}_4 - \vec{r}_4 \cdot \vec{Q}_4 \quad (3.13)$$

Белгілеуді енгізейік

$$\vec{P}_i = \vec{J}_i - \vec{r}_i \cdot \vec{Q}_i, \quad i = 2, 3, 4 \quad (3.15)$$

Содан кейін (3.21) - (3.23) теңдеулерін келесідей жазуға болады.

$$\begin{cases} \vec{a}_2 \cdot \vec{R}_{32} + \vec{b}_2 \cdot \vec{R}_{42} = \vec{P}_2, \\ \vec{l} \cdot \vec{R}_{53} = \vec{P}_3, \\ \vec{l} \cdot \vec{R}_{54} = \vec{P}_4. \end{cases} \quad (3.16)$$

$\vec{R}_{42}$ және $\vec{R}_{32}$ Жүйеден (3.19) табуға болады

$$\vec{R}_{23} = \vec{R}_{53} + \vec{Q}_3, \quad \vec{R}_{42} = \vec{R}_{54} + \vec{Q}_4 \quad (3.17)$$

Жүйенің бірінші теңдеуіне (3.26) ауыстыру (3.25)

$$\vec{a}_a \cdot \vec{R}_{53} + \vec{b}_2 \cdot \vec{R}_{54} = \vec{P}_2 - \vec{a}_2 \cdot \vec{Q}_3 - \vec{b}_2 \cdot \vec{Q}_4 \quad (3.18)$$

Векторлық теңдеулерді шешу формуласын қолдана отырып, жүйенің соңғы екі теңдеуін (3.25) келесі түрде жазуға болады

$$\begin{cases} \vec{R}_{53} = \lambda_3 \cdot \vec{l} + \frac{1}{l^2} \cdot \vec{P}_3 \cdot \vec{l} \\ \vec{R}_{54} = \lambda_4 \cdot \vec{l} + \frac{1}{l^2} \cdot \vec{P}_4 \cdot \vec{l} \end{cases} \quad (3.19)$$

(3.28) теңдеуді (3.27) ауыстырайық

$$\vec{a}_2 \cdot \vec{l} \cdot \lambda_3 + \vec{b}_2 \cdot \vec{l} \cdot \lambda_4 = \vec{\sigma}_2 \quad (3.20)$$

Мұнда

$$\vec{\sigma}_2 = \vec{P}_2 - \vec{a}_2 \cdot \vec{Q}_3 - \vec{b}_2 \cdot \vec{Q}_4 - \frac{1}{l^2} \cdot (\vec{a}_3 \cdot \vec{P}_3 \cdot \vec{l}) - \frac{1}{l^2} \cdot (\vec{b}_2 \cdot \vec{P}_4 \cdot \vec{l}) \quad (3.21)$$

Жүйенің соңғы теңдеуінен (3.19) көбейтілгеннен кейін $\vec{j}$ скаляр табамыз.

$$\vec{R}_{53} \cdot \vec{j} + \vec{R}_{54} \cdot \vec{j} = \vec{F}_5 \cdot \vec{j} + \vec{Q}_5 \cdot \vec{j} \quad (3.22)$$

Немесе (3.28) есепке ала отырып аламыз

$$\lambda_3 + \lambda_4 = \sigma_5 \quad (3.23)$$

$$\vec{\sigma}_5 = \frac{\vec{F}_5 \cdot \vec{j} + \vec{Q}_5 \cdot \vec{j}}{\vec{l} \cdot \vec{j}} \quad (3.24)$$

Мұнда

(3.29) және (3.31) теңдеулер жүйесін шеше отырып, біз табамыз λ_3, λ_4 .

Формулалар бойынша (3.28) біз R_{53} және R_{54} табамыз және (3.19) R_{05} және x табамыз

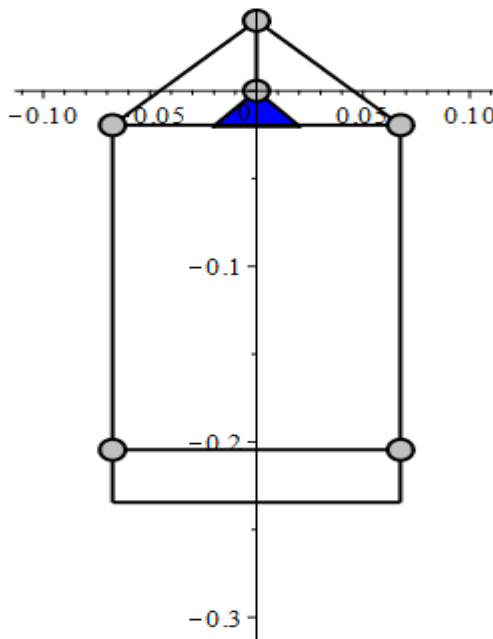
$$\vec{R}_{05} = \vec{R}_{53} + \vec{R}_{54} - \vec{F}_5 \quad (3.25)$$

$$x = \frac{(\vec{a}_5 \cdot \vec{R}_{53} + \vec{b}_5 \cdot \vec{R}_{54}) \cdot \vec{k}}{(\vec{j} \cdot \vec{R}_{05}) \cdot \vec{k}} \quad (3.26)$$

Содан кейін біз анықтаймыз $\vec{R}_{24}, \vec{R}_{23}, \vec{R}_{12}$

$$\begin{cases} \vec{R}_{24} = -\vec{R}_{54} - \vec{Q}_4 \\ \vec{R}_{23} = -\vec{R}_{53} - \vec{Q}_3 \\ \vec{R}_{12} = \vec{R}_{23} + \vec{R}_{24} - \vec{Q}_2 \end{cases} \quad (3.27)$$

Осылайша, кинетостатикалық талдау мәселесі векторлық әдіспен шешіледі. Кривошипті престін кинетостатикалық талдау мәселесін шешу үшін Maple интеграцияланған ортасында бағдарлама жасалды[8] (4.2-сурет). (А қосымшасын қараңыз).



3.5-сурет – Maple жүйесінде жасалған кривошипті пресс механизмінің анимациясы

3.2 Кривошипті престі механизмге негізделген прототипінің кинетостатикалық талдауы

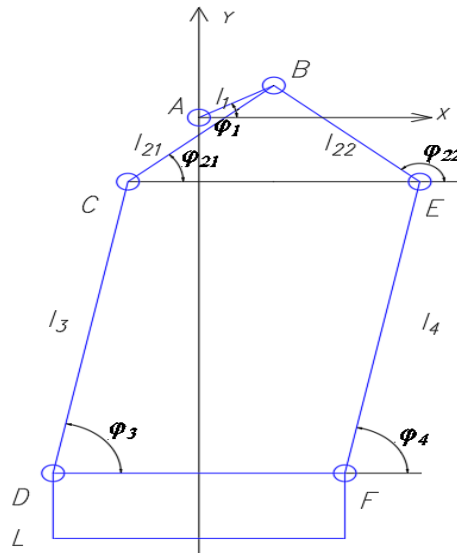
Сынақ есептеулері кривошипті престі механизмінің негізінде прототипінің келесі өлшемдері бойынша орындалады (3.1-суретті қараңыз): $l_1=40$ мм; $l_{21}=l_{22}=90$ мм; $l_3=l_4=185$ мм; $l_{EC}=135$ мм; $l_{01}=l_{02}=l_{EC}/2=67.5$ мм; $l_{DL}=55$ мм; $l_{50}=-222$ мм.

Maple бағдарламасында шешімді табу үшін бастапқы позицияы бастаймыз $\varphi_1 = 90^\circ$ дейін $\varphi_1 = 450^\circ$ · $\varphi_{10} = 30^\circ$ сырғытпаның бұрыштары мен орны $\varphi_{210} = 42^\circ$, $\varphi_{220} = 138^\circ$, $\varphi_{30} = \varphi_{30} = 79^\circ$, $l_{50} = -222$ мм қажетті жинақпен шешімді анықтау үшін.

Жүгірткі қозғалысының заңы $S = S(\varphi)$, иінді айналу бұрышы $0 \leq \varphi \leq 2\pi$ шегінде. Мұнда біз у осінен φ иінді бұрышына өткіземіз, содан кейін иінді қозғалысының басы $\varphi = 0$, ал жүгірткі $\varphi = \pi$ кезінде төменгі позицияға келеді, сырғытпаның жүрісі $S_{max} = 80$ мм.

Иіндінің тұрақты бұрыштық жылдамдығы орнатылған $\omega = \dot{\varphi} = 10$ рад.с рад беріледі. Аналогтар жүгірткінің жылдамдығы мен үдеуі келесіде берілген жүгірткідегі F_5 технологиялық жүктеме күші жұмыстан алынды, Болат қаңылтырды кесу операциясы үшін. F_5 күші сырғытпаның қозғалысына қарама-

қарсы бағытталған және максималды мәнге ие $F_5 = 50000\text{H}$.



3.1-сурет – Рычагты пресс механизмінің конструкциясы

Звенолардың Инерция массалары мен моменттері Autodesk Inventor жүйесінде жасалған 3D звено модельдерінен алынған. Бізде бар $m_1 = 0.164\text{ кг}$, $J_1 = (35.315 \cdot 10^{-6} + 0.164 \cdot 0.02^2) = 100.915 \cdot 10^{-6}\text{ кг} \cdot \text{м}^2$, $m_2 = 0.777\text{ кг}$, $J_2 = 1864.63 \cdot 10^{-6}\text{ кг} \cdot \text{м}^2$, $m_3 = m_4 = 0.608\text{ кг}$, $J_3 = J_4 = 7125.8 \cdot 10^{-6}\text{ кг} \cdot \text{м}^2$, $m_5 = 3.8\text{ кг}$.

Сырғытпадағы $F_5[\text{H}]$ технологиялық жүктеме күші келесі функция түрінде анықталады: жетекші функция:

$$\begin{cases} F_5 = 0, 0 \leq j_1 < 235^\circ \\ F_5 = 7200,0 \cdot \left(\frac{3\pi}{2} - j_1\right), 235^\circ \leq j_1 \leq 270^\circ \\ F_5 = 0, 270^\circ < j_1 \leq 360^\circ \end{cases} \quad (3.28)$$

$F_{5\text{max}} = 50\text{ кН}$

Пресс механизмінің бұл схемасы үшін Maple жүйесінде жазылған бағдарламалық пакетті пайдалана отырып, пресс механизмінің кинематикалық талдауы жүргізіліп, буындардың орналасуы, олардың жылдамдығы мен үдеулері анықталды.[9] (А қосымшасын қараңыз).

4 Кривошипті-ползундыпресс механизмін autodesk inventor жүйесінде 3d жобалау.сызбалар және қозғалыс анимациясын жасау

4.1 Кривошипті-ползунды пресс механизмін autodesk inventor жүйесінде 3d жобалау.

Кривошипті-сырғымалы механизмі бар престі жобалау үшін Autodesk Inventor жүйесі пайдаланылды. Ол үшін рычаг механизмінің звенолары 3D модельдері және иінді пресс станинасының бөлшектері салынған. Бөліктің 3D моделін құру процесі келесі ретпен жүргізілді: алдымен жобаланған бөліктің эскизі жасалды. Содан кейін, иінді пресс бөлшектерінің барлық эскиздерін қажетті қалыңдыққа сығып, бөлшектердің 3D моделі алынды. Әрі қарай, иінді престің толық 3D моделін алу үшін стандартты бөлшектерді Autodesk Inventor жүйесінде бар кірістірумен алынған барлық бөлшектерді құрастыру жүзеге асырылады.

4.1-суретте иінді пресстің жоғарғы бөлігінің 3D моделі көрсетілген. Пресстің бөліктерін жобалау кезінде 100x46 швеллер қолданылды. 100x46 швеллр негізінде кривашипті пресстің төменгі жағының негізі жасалды (4.2-сурет).

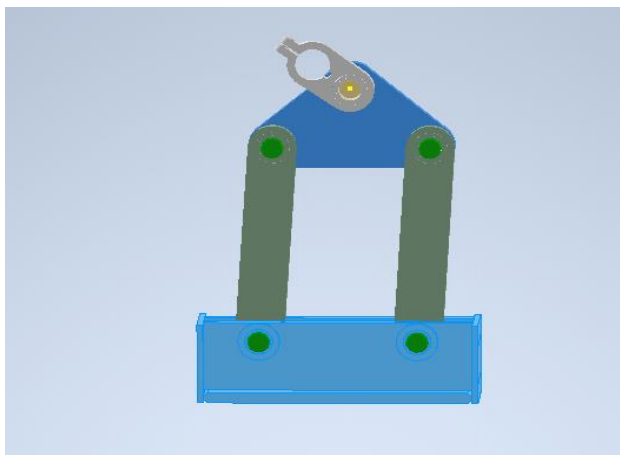


4.1-сурет – Кривошипті пресстің жоғарғы бөлігінің 3D моделінің конструкциясы

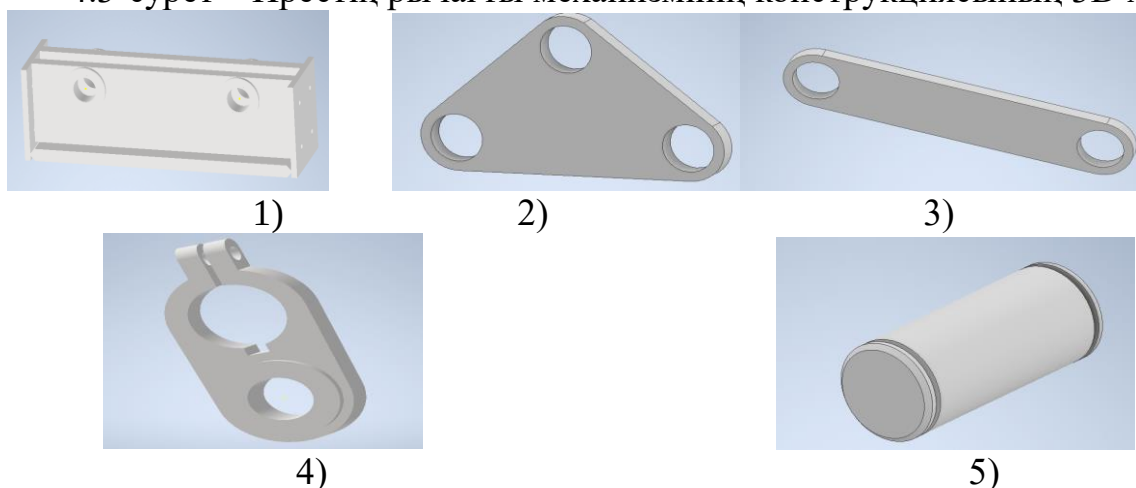


4.2-сурет – Пресс негізінің конструкциясы

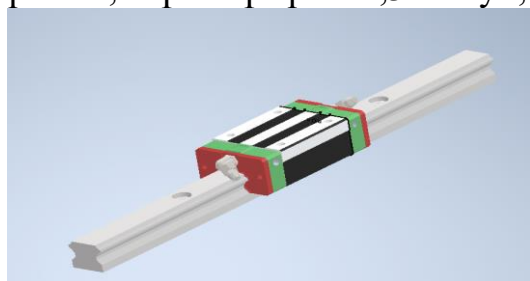
4.3-суретте Престің рычагты механизмінің конструкциясы көрсетілген . Сырғыма суретте көрсетілген екі рельске ұштарымен бекітіледі.4.4 а). 4.4 б) суретте оның 3D моделі Autodesk Inventor жүйесінде көрсетілген. 4.6-суретте көрсетілген Autodesk Inventor жүйесіндегі кривошипті пресс механизмінің негізінде жасалыңған дизайнының барлық 3D моделінің толық көрінісі көрсетілген.



4.3-сурет – Престің рычагты механизмінің конструкциясының 3D моделі



4.4-сурет – Кривошипті перстің 3D моделінің конструкциялары көрсетілген; 1- сырғыма, 2-үш жұп рычаг,3-шатун,4-кривошип,5- соединительный палец.



а)



б)

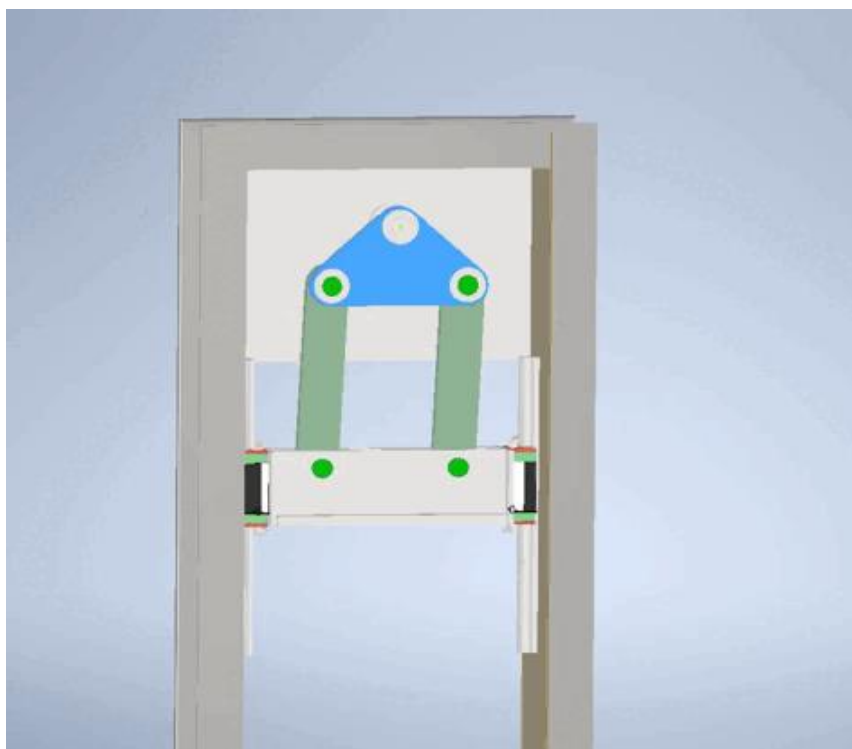
4.5-сурет – Престе қолданылатың бағытауыштың конструкциясы және 3D моделі



4.6-сурет – Autodesk Inventor жүйесіндегі жасалған кривошипті пресс механизмінің бүкіл конструкциясы

4.2 Механизмінің қозғалысын анимациясы.

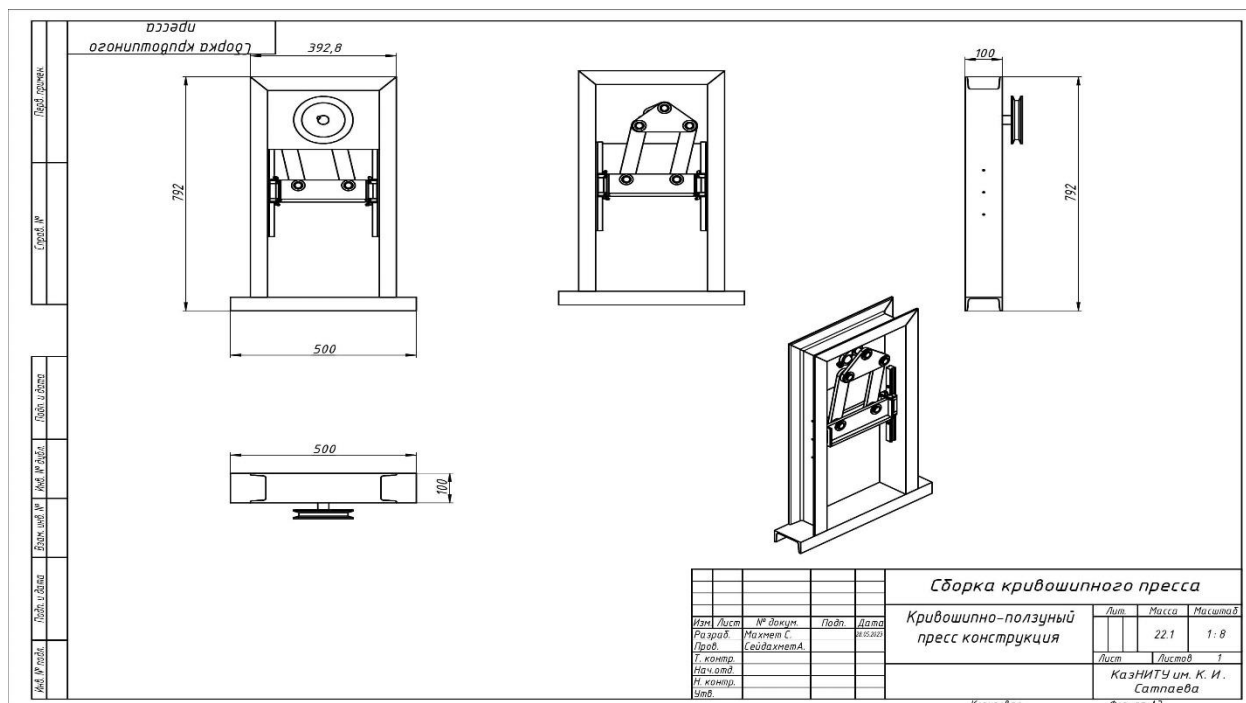
Кривошипті-сырғымалы пресс механизмінің Autodesk Inventor жүйесінде қозғалысын анимациясы жасалынған. (4.7-сурет)



4.7-сурет – Кривошипті-сырғымалы пресс механизмінің қозғалысын анимациясы

4.3 Кривошипті претің сборочный сызбасы

Кривошипті-сырғымалы пресс механизмінің барлық конструкцияларына Autodesk Inventor жүйесінде сборочный сызбалары жасалынды.(4.8-сурет)



4.8-сурет – Кривошипті претің сборочный сызбасы

ҚОРЫТЫНДЫ

Қорытындыда жұмыстың негізгі нәтижелерін көрсетуге болады, сонымен қатар тақырыптың практикалық маңыздылығын және одан әрі зерттеудің мүмкін бағыттарын бөліп көрсетуге болады.

Осы дипломдық жұмыстың аясында престің иінді сырғымалы механизмі тақырыбы қарастырылды. Механизмнің жұмыс істеу ерекшеліктері, оны құрастыру принциптері зерттеліп, механизмді модельдеу мен есептеудің әртүрлі нұсқалары қарастырылды.

Иінді престің кинематикасы мен динамикасын зерттеудің сандық-аналитикалық әдістері жасалынды.

Maple-де иінді престің қозғалысын имитациялауға арналған бағдарламалық өнімдер әзірленді. Жұмыста Maple ортасында престің иінді сырғанау механизмінің теориялық және практикалық дамуы жүзеге асырылды. Жұмыс процесінде механизмге қатысты негізгі теориялық аспектілер қарастырылды, сонымен қатар механизмнің параметрлерін есептеу және оның жұмыс істеу модельдеулері жүргізілді.

Maple-дегі рычагты механизм негізінде иінді престің қозғалысының модельдеу моделінен буын өлшемдерінің бастапқы сандық мәндері, иінді прес агрегаттарының инерция моменттері, қаттылық және т.б. мәндері алынды. Алынған бастапқы сандық параметрлердің мәндері Autodesk Inventor ортасында рычагты механизмге негізделген иінді престі жобалау үшін қолданылды.

Autodesk Inventor бағдарламасында рычагты механизмге негізделген иінді престің 3D үлгісі жасалды. Алынған нәтижелер Autodesk Inventor-та престің иінді-сырғақ механизмінің әзірленген моделі параметрлерді есептеу және механизм жұмысын имитациялау үшін тиімді құрал болып табылады деген қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Ұсынылған модельдеу нәтижелері теориялық есептеулерге сәйкес келеді, бұл модельдің дұрыстығын растайды.

Сонымен қатар, жұмыс нәтижелері бойынша механизмнің жұмысын оңтайландыру бойынша ұсыныстар тұжырымдалды. Бұл престің иінді-жылжымалы механизмін пайдаланатын механизмдерді құрастыру және пайдалану кезінде пайдалы болуы мүмкін.

Қазіргі уақытта әлемдік нарықта қос шатундары бар иінді престердің көптеген үлгілері бар. Дегенмен олар қымбат бұл оларды пайдалануды шектейді. Өнімдерді штамптау кезінде жоғары технологиялық деңгейге өтуге мүмкіндік беретін екі шатунды иінді престің әзірленген 3D моделі штамптауда жоғары технологиялық деңгейге өтуге мүмкіндік береді. Осыған байланысты дипломдық жұмыста алынған әдістер мен нәтижелер өзекті болып табылады және соғу және штамптау престерің одан әрі модернизациялауда пайдалы болуы мүмкін.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕРДІҢ ТІЗІМІ

- 1 Л.И.Рудмана, А.И. Зайчук, В.Л. Марченко ;Справочник по оборудованию для листовой штамповки;Под общей редакцией Л.И.Рудмана. – Киев: ,1989. – 231 с.
- 2 В. Н. Таловеров, И. Н. Гудков, А. В. Таловеров. Кузнечно-штамповочное оборудование; курс лекций / – Ульяновск: УлГТУ, 2006. – 145 с.
- 3 В.Г. Бурдуковский, Ю.В. Инатович Оборудование кузнечно-штамповочных цехов. Кривошипные машины; учеб. пособие /. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. – 168 с.
- 4 С. Н. Кожевникова. Механизмы. Справочник; Изд. 4-е, перераб. и доп. Под ред. С. Н. Кожевникова – М.: «Машиностроение», 1976. – 784 с.
- 5 А. Н. Банкетов, Ю. А. Бочаров, Н. С. Добринский и др.; Кузнечно-штамповочное оборудование: Учебник! для машиностроительных вузов/ – М: Наука и техника, 1983. – 256 с.
- 6, А. Н. Банкетова, Е. Н. Ланского. -- 2-е изд., – М.: Машиностроение, 1982. – 576 с.
- 7 . Статевич, В. А. Проектирование штамповочных прессов. - Минск: Наука и техника, 1991. – 256 с.
8. Говорухин В.Н., Цибулин В.Г., Введение в Maple. Математический пакет для всех, – М.: 1997. – 213 с.
9. Кирсанов М.Н. Maple и Maple. Решения задач механики . – Санкт-Петербург: Профессия, 2004. – 320 с.
10. Беляев, А. В. Теория и технология прессования металлов: учебник для вузов / А. В. Беляев, Ю. М. Шакиров, В. В. Богданов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2010. – 432 с.
11. Попов, Е. П. Технология штамповки металла. – М: Машиностроение, 1986. – 312 с.
12. Анисимов, А. И. Проектирование и эксплуатация штамповочных прессов. – Санкт-Петербург: Профессия, 2004. – 320 с.
13. Румянцев, С. В., и др. Оптимизация конструкции штамповочного пресса с помощью методов машинного обучения. – С.: Вестник – Самарского государственного технического университета. 2019. № 4 (40). – С. 69-77.
12. Недвига, В. Н. Теория и расчет штамповочных прессов. – Москва: Металлургия, 1973. – 296 с.
14. Леонов, В. И. Механика штамповки металла. – М: Металлургия, 1978. – 327 с.
15. Жуков, А. И. Технология штамповки металла: учебник для вузов. – М: Металлургия, 1985. – 320 с.
16. Горшков, Г. В. Проектирование и расчет штамповочных прессов. – М: Машиностроение, 1975. – 256 с.
17. Беляев, А. В. Теория и технология прессования металлов: учебник для вузов / А. В. Беляев, Ю. М. Шакиров, В. В. Богданов. – М.: Издательский дом-МЭИ, 2010. – 432 с.

А қосымшасы

Maple интеграцияланған ортасындағы бағдарламалар. Кривошипті сырғымалы пресстің рычагты механизімінің кинематикалық анализі

```

> restart; with(plots) :
> with(plottools) : with(SolveTools) :

> Stoica := proc (A, R,  $\alpha := 270$ ,  $\beta := \frac{\pi}{4}$ ) # рисуем стойку в точке A, R — радиус шарнира
    local R1,  $\alpha 1$ , B, C; R1 := 3 · R;  $\alpha 1 := \frac{\alpha \cdot \pi}{180}$ ;
    B := evalf(A + R1 · [cos( $\alpha 1 + \beta$ ), sin( $\alpha 1 + \beta$ ))]; R1 := 2 · R1 · sin( $\beta$ );
    C := evalf(B + R1 · [sin( $\alpha 1$ ), -cos( $\alpha 1$ )]);
    # print(A, B, C);
    polygon([A, B, C], color = blue);
end:

> #display(Stoica([0, 0], 0.2));

> Fcircle := proc(A, R, c := black) # рисуем закрашенный круг с центром в точке A радиусом R
    ellipse(A, R, R, color = c, filled = true);
end:

> Fdisk := proc(P, r, c := white) # рисуем закрашенный круг с центром в точке A радиусом R
    disk(P, r, color = c, thickness = 2);
end:

> arctgAB := proc(A, B) # вычисляет угол по двум точкам
    arctan(B[2] - A[2], B[1] - A[1]);
end:

> #arctgAB([0, 0], [1, 1]);

>
>
> LineR := proc(P1, P2, R1, R2 := R1, th := 2) # Рисуем линию до края окружностей
    local A, B, P,  $\varphi$ ;
     $\varphi := \text{arctgAB}(P1, P2)$ ;
    P := [cos( $\varphi$ ), sin( $\varphi$ )];
    A := evalf(P1 + R1 · P); B := evalf(P2 - R2 · P);
    line(A, B, thickness = th);
end:

> #display(LineR([0, 0], [-1, 1], 0.02), circle([0, 0], 0.02), circle([-1, 1], 0.02));

> LineR1 := proc(P1, P2, R1, R2 := R1, th := 2) # Рисуем линию до края окружностей
    local A, B, P,  $\varphi$ ;
     $\varphi := \text{arctgAB}(P1, P2)$ ;
    P := [cos( $\varphi$ ), sin( $\varphi$ )];
    A := evalf(P1 + R1 · P); B := evalf(P2);
    line(A, B, thickness = th);
end:

> LineR2 := proc(P1, P2, R1, R2 := R1, th := 2) # Рисуем линию до края окружностей
    local A, B, P,  $\varphi$ ;
     $\varphi := \text{arctgAB}(P1, P2)$ ;
    P := [cos( $\varphi$ ), sin( $\varphi$ )];
    A := evalf(P1); B := evalf(P2);
    line(A, B, thickness = th);
end:

> RectR := proc(A, R, c := white, b := 4, h := 2, th := 2) # Рисуем прямоугольник
    local P1, P2;
    P1 := R · [b, h]; P2 := R · [b, -h];

```

А қосымшасының жалғасы

```

P1:=R:[h,h];P2:=R:[b,-h];
polygon([A-P2,A+P1,A+P2,A-P1],color=c,thickness=th);
end;
#display(RectR([1,1],0.02),circle([1,1],0.02),scaling=constrained);
> RectR:=proc(A,φ,R,A1::evaln,A2::evaln,co:=white,kb:=4,h:=2,th:=2)#Рисует прямоугольник под углом φ
local α,b,h,c,s,h2,b2,A0,App,Amm,Apm;
b:=R*kb;h:=R*kb;c:=cos(φ);s:=sin(φ);
A1:=A-b*[c,s];A2:=A+b*[c,s];
h2:=2*h;b2:=2*b;
α:=arctan( $\frac{h}{b}$ );A0:=A+sqrt(b2+h2)*[cos(φ+α),sin(φ+α)];
Amm:=A0-b2*[c,s];Apm:=Amm+h2*[s,-c];App:=Apm+b2*[c,s];
polygon([A0,Amm,Apm,App],color=co,thickness=th);
end;
> #display(RectR([1,1],6,0.02,A1,A2),circle([1,1],0.02),circle(A1,0.01),circle(A2,0.03),scaling=constrained)
>
>
>
> #Уравнения кинематики
>
> #sys:=l1*cos(φ1)-l21*cos(φ21)-l3*cos(φ3)=-l0,l1*sin(φ1)-l21*sin(φ21)-l3*sin(φ3)=l5,l1*cos(φ1)+l22*cos(φ22)-l3*sin(φ3)=l0,l1*sin(φ1)-l22*sin(φ22)-l3*sin(φ3)=l5;
> #sys1:=l1*cos(φ1)-l21*cos(φ21)*w21-l3*cos(φ3)*w3=0,-l1*sin(φ1)-l21*sin(φ21)*w21-l3*sin(φ3)*w3=Vd,l1*cos(φ1)-l22*cos(φ22)*w22-l3*cos(φ3)*w3=0,l1*sin(φ1)-l22*sin(φ22)*w22-l3*sin(φ3)*w3=Vd;
> #sys2:=-l1*sin(φ1)+l21*sin(φ21)*(w21)2-l21*cos(φ21)*ε21+l3*sin(φ3)*(w3)2-l3*cos(φ3)*ε3=0,l1*cos(φ1)+l21*cos(φ21)*(w21)2+l21*sin(φ21)*ε21-l3*cos(φ3)*(w3)2-l3*sin(φ3)*ε3=α5,-l1*sin(φ1)+l22*sin(φ22)*(w22)2
> -l22*cos(φ22)*ε22+l3*sin(φ3)*(w3)2-l3*cos(φ3)*ε3=0,-l1*cos(φ1)-l22*cos(φ22)*(w22)2-l22*sin(φ22)*ε22-l3*cos(φ3)*(w3)2-l3*sin(φ3)*ε3=α5;
>
> #sys:=l1*cos(φ1)-l21*cos(φ21)-l3*cos(φ3)=-l0,l1*sin(φ1)-l21*sin(φ21)-l3*sin(φ3)=-l5,l1*cos(φ1)-l22*cos(φ22)-l3*cos(φ3)=l0,l1*sin(φ1)-l22*sin(φ22)-l3*sin(φ3)=-l5;
> #sys1:=-l1*sin(φ1)+l3*sin(φ3)*w3=0,l1*cos(φ1)-l3*cos(φ3)*w3=-V5;
> #sys2:=-l1*cos(φ1)+l3*cos(φ3)*(w3)2+l3*sin(φ3)*ε3=0,-l1*sin(φ1)+l3*sin(φ3)*(w3)2-l3*cos(φ3)*ε3=-α5;

> #sys:=l1*cos(φ1)-l21*cos(φ21)-l3*cos(φ3)=-l0,l1*sin(φ1)-l21*sin(φ21)-l3*sin(φ3)=-l5,l1*cos(φ1)-l22*cos(φ22)-l3*cos(φ3)=l0,l1*sin(φ1)-l22*sin(φ22)-l3*sin(φ3)=-l5
> #sys1:=-l1*sin(φ1)+l3*sin(φ3)*w3=0,l1*cos(φ1)-l3*cos(φ3)*w3=-V5
> #sys2:=-l1*cos(φ1)+l3*cos(φ3)*w32+l3*sin(φ3)*ε3=0,-l1*sin(φ1)+l3*sin(φ3)*w32-l3*cos(φ3)*ε3=-α5

>
> #Уравнения кинестатики
>
> #Z1:=R01x+R12x-m1* $\frac{l1}{2}$ *w12*cos(φ1)=0,
>
> #R01y+R12y-m1*g-m1* $\frac{l1}{2}$ *w12*sin(φ1)=0,
>
> #-J51*ε1+Mφ+R01x* $\frac{l1}{2}$ *sin(φ1)-R01y* $\frac{l1}{2}$ *cos(φ1)-R12x* $\frac{l1}{2}$ *sin(φ1)+R12y* $\frac{l1}{2}$ *cos(φ1)=0:
>
> #Z2:=-R12x+R24x+R23x-m2*(xS2II*w12+xS2I*ε1)=0,
>
> #-R12y+R24y+R23y-m2*g-m2*(yS2II*w12+yS2I*ε1)=0,
>
> # $\frac{R23x*h}{3}-\frac{R23y*l24}{2}+\frac{R24x*h}{3}+\frac{R24y*l24}{2}+R12x*\frac{2*h}{3}=0$ :
>
> #Z3:=-R23x+R53x-m3*(xS3II*w12+xS3I*ε1)=0,
>
> #-R23y+R53y-m3*g-m3*(yS3II*w12+yS3I*ε1)=0,
>
> #-J53*(ε3*w12+w3*ε1)+ $\frac{R53x*l3}{3}$ *sin(α3)- $\frac{R53y*l3}{3}$ *cos(α3)+R23x* $\frac{l3}{3}$ *sin(α3)-R23y* $\frac{l3}{3}$ *cos(α3)=0:

```

А қосымшасының жалғасы

Кривошипті сырғымалы пресстің рычагты механизмінің кинетостатикалық анализі

```

> #Уравнения кинетостатики
> Z1 := R0Ix + R12x - m1 *  $\frac{l1}{2}$  * wI^2 * cos(phi1) = 0,
      R0Iy + R12y - m1 * g - m1 *  $\frac{l1}{2}$  * wI^2 * sin(phi1) = 0,
      - Js1 * e1 + Mfy + R0Ix *  $\frac{l1}{2}$  * sin(phi1) - R0Iy *  $\frac{l1}{2}$  * cos(phi1) - R12x *  $\frac{l1}{2}$  * sin(phi1) + R12y *  $\frac{l1}{2}$  * cos(phi1) = 0 :
> Z2 := -R12x + R24x + R23x - m2 * (xS2II * wI^2 + xS2I * e1) = 0,
      -R12y + R24y + R23y - m2 * g - m2 * (yS2II * wI^2 + yS2I * e1) = 0,
       $\frac{R23x \cdot h}{3} - \frac{R23y \cdot l24}{2} + \frac{R24x \cdot h}{3} + \frac{R24y \cdot l24}{2} + R12x \cdot \frac{2 \cdot h}{3} = 0 :$ 
> Z3 := -R23x + R53x - m3 * (xS3II * wI^2 + xS3I * e1) = 0,
      -R23y + R53y - m3 * g - m3 * (yS3II * wI^2 + yS3I * e1) = 0,
      -Js3 * (e3 * wI^2 + w3 * e1) +  $\frac{R53x \cdot l3}{2} \cdot \sin(\phi3) - \frac{R53y \cdot l3}{2} \cdot \cos(\phi3) + R23x \cdot \frac{l3}{2} \cdot \sin(\phi3) - R23y \cdot \frac{l3}{2} \cdot \cos(\phi3) = 0 :$ 
> Z4 := -R24x + R54x - m4 * (xS4II * wI^2 + xS4I * e1) = 0,
      -R24y + R54y - m4 * g - m4 * (yS4II * wI^2 + yS4I * e1) = 0,
      -Js4 * (e4 * wI^2 + w4 * e1) +  $\frac{R54x \cdot l4}{2} \cdot \sin(\phi4) - \frac{R54y \cdot l4}{2} \cdot \cos(\phi4) + R24x \cdot \frac{l4}{2} \cdot \sin(\phi4) - R24y \cdot \frac{l4}{2} \cdot \cos(\phi4) = 0 :$ 
> Z5 := -R53x - R54x + R05 = 0,
      -R53y - R54y - m5 * g - m5 * (yS5II * wI^2 + yS5I * e1) + P5(phi1) = 0 :
>
> #Проверка

> restart; with(plots) :
> with(plottools) : with(SolveTools) :

> Stoica := proc(A, R, alpha := 270, beta :=  $\frac{\pi}{4}$ ) # рисует стойку в точке A, R — радиус шарнира
local R1, alpha1, B, C; R1 := 3 * R; alpha1 :=  $\frac{\alpha \cdot \pi}{180}$ ;
B := evalf(A + R1 * [cos(alpha1 + beta), sin(alpha1 + beta)]); R1 := 2 * R1 * sin(beta);
C := evalf(B + R1 * [sin(alpha1), -cos(alpha1)]);
# print(A, B, C);
polygon([A, B, C], color = blue) :
end:

> #display(Stoica([0, 0], 0.2));
> Fcircle := proc(A, R, c := black) # рисует закрашенный круг с центром в точке A радиусом R
ellipse(A, R, R, color = c, filled = true) :
end:

> Fdisk := proc(P, r, c := white) # рисует закрашенный круг с центром в точке A радиусом R
disk(P, r, color = c, thickness = 2);
end:

> arctgAB := proc(A, B) # вычисляет угол по двум точкам
arctan(B[2] - A[2], B[1] - A[1]);
end:

> #arctgAB([0, 0], [1, 1]);

>
> LineR := proc(P1, P2, R1, R2 := R1, th := 2) # Рисует линию до края окружностей
local A, B, P, phi;
phi := arctgAB(P1, P2);
P := [cos(phi), sin(phi)];
A := evalf(P1 + R1 * P); B := evalf(P2 - R2 * P);
line(A, B, thickness = th);
end:

> #display(LineR([0, 0], [-1, 1], 0.02), circle([0, 0], 0.02), circle([-1, 1], 0.02));
> LineR1 := proc(P1, P2, R1, R2 := R1, th := 2) # Рисует линию до края окружностей
local A, B, P, phi;
phi := arctgAB(P1, P2);
P := [cos(phi), sin(phi)];
A := evalf(P1 + R1 * P); B := evalf(P2);

```


А қосымшасының жалғасы

```

>
> #Соотношения для координат центров масс звеньев
> xS2 := l1*cos(phi1) : yS2 := l1*sin(phi1) - 2/3*h :
  xS2I := -l1*sin(phi1) : yS2I := l1*cos(phi1) :
  xS2II := -l1*cos(phi1) :
  yS2II := -l1*sin(phi1) :
> xS3 := l1*cos(phi1) - l24/2 - l3/2*cos(phi3) : yS3 := l1*sin(phi1) - h - l3/2*sin(phi3) :
  xS3I := -l1*sin(phi1) + l3/2*sin(phi3)*w3 : yS3I := l1*cos(phi1) - l3/2*cos(phi3)*w3 :
  xS3II := -l1*cos(phi1) + l3/2*cos(phi3)*w3^2 + l3/2*sin(phi3)*e3 :
  yS3II := -l1*sin(phi1) + l3/2*sin(phi3)*w3^2 - l3/2*cos(phi3)*e3 :
> xS4 := l1*cos(phi1) + l24/2 - l4/2*cos(phi4) : yS4 := l1*sin(phi1) - h - l4/2*sin(phi4) :
  xS4I := -l1*sin(phi1) + l4/2*sin(phi4)*w4 : yS4I := l1*cos(phi1) - l4/2*cos(phi4)*w4 :
  xS4II := -l1*cos(phi1) + l4/2*cos(phi4)*w4^2 + l4/2*sin(phi4)*e4 :
  yS4II := -l1*sin(phi1) + l4/2*sin(phi4)*w4^2 - l4/2*cos(phi4)*e4 :
> xS5 := 0 : yS5 := -l5 - lDL/2 :
  xS5I := 0 : yS5I := -V5 :
  xS5II := 0 : yS5II := -as5 :
>

4.142000701

for i from 90 to 450do
  phi := i*pi/180 : unassign('phi1','phi2','phi3','l5','w3','V5','e3','as5') :
  qr := fsolve({sys}, {phi1=phi210, phi2=phi220, phi3=phi30, l5=l50}) : assign(qr) : l1*cos(phi1) + l22*cos(phi22) - l3*sin(phi3) = l0, l1*sin(phi1) - l22*sin(phi22) - l3*sin(phi3) = l5;
  phi210 := phi21 : phi220 := phi22 : phi30 := phi3 : l50 := l5 :
  Mass[i] := i, phi1, phi21, phi22, phi3, l5; print(evalf(Mass[i]));
  qr1 := fsolve({sys1}, {w3, V5}) : assign(qr1) :
  MassI[i] := i, w3, V5; print(evalf(MassI[i]));
  MassI_istma[i] := i, w3*w1, V5*w1;
  qr2 := fsolve({sys2}, {e3, as5}) : assign(qr2) :
  Mass2[i] := i, e3, as5; print(evalf(Mass2[i]));
  Mass2_istma[i] := i, e3*w1^2, as5*w1^2;
  unassign('My', 'R01x', 'R01y', 'R12x', 'R12y', 'R24x', 'R24y', 'R23x', 'R23y', 'R54x', 'R54y', 'R53x', 'R53y', 'R05');
  qrR := fsolve(evalf({z1, z2, z3, z4, z5}), {My, R01x, R01y, R12x, R12y, R24x, R24y, R23x, R23y, R54x, R54y, R53x, R53y, R05});
  assign(qrR);
  MassR[i] := My, R01x, R01y, R12x, R12y, R24x, R24y, R23x, R23y, R54x, R54y, R53x, R53y, R05; print(MassR[i]);
od:

90., 1.570796327, 0.7227342478, 2.418858406, 1.570796327, 0.2045294045
90., 0.2162162162, -8.204135232 10^-12
90., 0.2162162162, -8.204135232 10^-12
2.418246222 10^-10, -6.045615555 10^-9, 39.34692433, 6.045615555 10^-9, -37.41172433, 3.022807778 10^-9, -16.45256217, 3.022807777 10^-9, -16.45256216, 3.022807778 10^-9,
-12.66324325, 3.022807777 10^-9, -12.66324324, 6.045615555 10^-9
91., 1.588249620, 0.7227342478, 2.418858406, 1.574569829, 0.2045341796
91., 0.2161848246, 0.0005471784528
91., 0.2161848246, 0.0005471784528
-0.02641107710, -0.01242034716, 39.34816260, 0.006695957755, -37.41301256, 0.03049744370, -16.46050230, 0.03044059410, -16.44543689, 0.05171957026, -12.67096753,
0.05166272066, -12.65590212, 0.1033822909
92., 1.605702912, 0.7227342478, 2.418858406, 1.578342235, 0.2045485044
92., 0.2160906553, 0.001094321675
92., 0.2160906553, 0.001094321675
-0.05281920897, -0.02485043116, 39.35187874, 0.01340339632, -37.41687855, 0.06104921378, -16.46925986, 0.06082181748, -16.43912538, 0.1034870015, -12.67907747,
0.1034870015, -12.67907747, 0.1034870015, -12.67907747

```

А қосымшасының жалғасы

```

> # НАЧАЛЬНЫЕ УГЛЫ И ПОЛОЖЕНИЕ ВЗЯЛ ДЛЯ  $\varphi_1=30$ ; ХОТЯ РЕШЕНИЕ НАЧИНАЕТСЯ ОТ УГЛА  $\varphi_1=0$ ;
> l1 := 0.04; l21 := 0.09; l22 := 0.09; l3 := 0.185; l24 := 0.198; lDL := 0.055; l0 := 0.0675;  $\varphi_{210} := \frac{3.14 \cdot 42}{180}$ ;  $\varphi_{220} := \frac{3.14 \cdot 138}{180}$ ;  $\varphi_{30} := \frac{3.14 \cdot 78}{180}$ ; l50 := 0.240; w1 := 10;

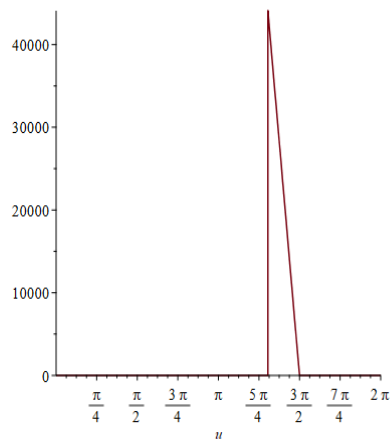
m1 := 0.164; m2 := 0.777; m3 := 0.608; m4 := 0.608; m5 := 3.8; J51 := 0.000101; J52 := 0.00186463; J53 := 0.0071258; J54 := 0.0071258; g := 9.8; e1 := 0; e2 := 0; h := evalf $\left(l_{21} \sin\left(\frac{3.14 \cdot 42}{180}\right)\right)$ ;
 $\varphi_4 := \varphi_3$ ; l4 := l3; w4 := w3; e4 := e3; #P5:=5000;

l1 := 0.04
l21 := 0.09
l22 := 0.09
l3 := 0.185
l24 := 0.198
lDL := 0.055
l0 := 0.0675
 $\varphi_{210} := 0.732666667$ 
 $\varphi_{220} := 2.407333333$ 
 $\varphi_{30} := 1.360666667$ 
l50 := 0.240
w1 := 10
m1 := 0.164
m2 := 0.777
m3 := 0.608
m4 := 0.608
m5 := 3.8
J51 := 0.000101
J52 := 0.00186463
J53 := 0.0071258
J54 := 0.0071258
g := 9.8
e1 := 0
e2 := 0
h := 0.06019689540
 $\varphi_4 := \varphi_3$ 
l4 := 0.185
w4 := w3
e4 := e3

> P5 := u → piecewise $\left(0 \leq u < \frac{3.14 \cdot 235}{180}, 0, \frac{3.14 \cdot 235}{180} \leq u \leq \frac{3 \cdot \pi}{2}, 72000 \cdot \left(\frac{3 \cdot \pi}{2} - u\right), \frac{3 \cdot \pi}{2} < u \leq 2 \cdot \pi, 0\right)$ ;
P5 := u → piecewise $\left(0 \leq u \text{ and } u < \frac{3.14 \cdot 235}{180}, 0, \frac{3.14 \cdot 235}{180} \leq u \text{ and } u \leq \frac{3}{2} \pi, 108000 \pi - 72000 u, \frac{3}{2} \pi < u \text{ and } u \leq 2 \pi, 0\right)$ 
> plot(P5(u), u = 0 .. 2 · π);

4099444444
4.712388981

```



А қосымшасының жалғасы

```

for i from 90 to 450 do
  
$$\varphi 1 := \frac{i \cdot \pi}{180} : \text{unassign}(\langle \varphi 21, \varphi 22, \varphi 3, l5, w3, V5, e3, as5 \rangle) :$$

  
$$qr := \text{fsolve}(\{ys\}, \langle \varphi 21 = \varphi 210, \varphi 22 = \varphi 220, \varphi 3 = \varphi 30, l5 = l50 \rangle) : \text{assign}(qr) : l1 \cos(\varphi 1) + l22 \cos(\varphi 22) - l3 \sin(\varphi 3) = l0, l1 \sin(\varphi 1) - l22 \sin(\varphi 22) - l3 \sin(\varphi 3) = l5;$$

  
$$\varphi 210 := \varphi 21 : \varphi 220 := \varphi 22 : \varphi 30 := \varphi 3 : l50 := l5 :$$

  
$$\text{Mass}[i] := i, \varphi 1, \varphi 21, \varphi 22, \varphi 3, l5, \text{print}(\text{evalf}(\text{Mass}[i]));$$

  
$$qr1 := \text{fsolve}(\{ys1\}, \{w3, V5\}) : \text{assign}(qr1) :$$

  
$$\text{Mass1}[i] := i, w3, V5, \text{print}(\text{evalf}(\text{Mass1}[i]));$$

  
$$\text{Mass1\_istma}[i] := i, w3 \cdot w1, V5 \cdot w1;$$

  
$$qr2 := \text{fsolve}(\{ys2\}, \{e3, as5\}) : \text{assign}(qr2) :$$

  
$$\text{Mass2}[i] := i, e3, as5, \text{print}(\text{evalf}(\text{Mass2}[i]));$$

  
$$\text{Mass2\_istma}[i] := i, e3 \cdot w1^2, as5 \cdot w1^2;$$

  
$$\text{unassign}('My', 'R01x', 'R01y', 'R12x', 'R12y', 'R12y', 'R24x', 'R24y', 'R23x', 'R23y', 'R54x', 'R54y', 'R53x', 'R53y', 'R05') ;$$

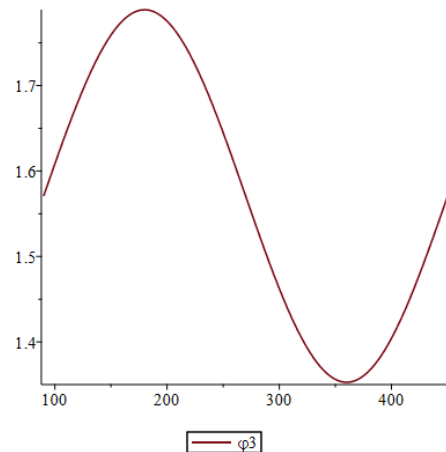
  
$$qrR := \text{solve}(\text{evalf}(\{z1, z2, z3, z4, z5\}), \{My, R01x, R01y, R12x, R12y, R24x, R24y, R23x, R23y, R54x, R54y, R53x, R53y, R05\}) ; \text{assign}(qrR) ;$$

  
$$\text{MassR}[i] := My, R01x, R01y, R12x, R12y, R24x, R24y, R23x, R23y, R54x, R54y, R53x, R53y, R05 ; \text{print}(\text{MassR}[i]) ;$$

  od

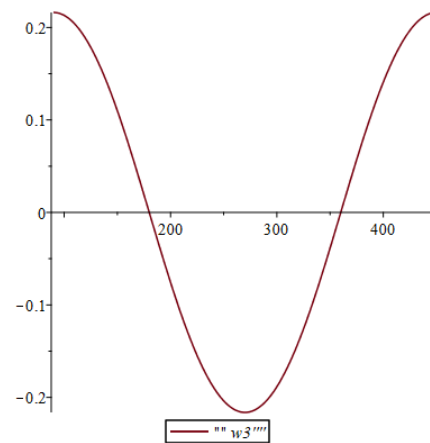
  90, 1.570796327, 0.7227342478, 2.418858406, 1.570796327, 0.2045294045
  90, 0.2162162162, -8.204135232 10-12
  90, 0.2162162162, -8.204135232 10-12
  2.418246222 10-10, -6.045615555 10-9, 39.34692433, 6.045615555 10-9, -37.41172433, 3.022807778 10-9, -16.45256217, 3.022807777 10-9, -16.45256216, 3.022807778 10-9, -12.66324325, 3.022807777 10-9, -12.66324324, 6.045615555 10-9
  91, 1.588249620, 0.7227342478, 2.418858406, 1.574569829, 0.2045341796
  91, 0.2161848246, 0.0005471784528
  91, 0.2161848246, 0.0005471784528
  -0.02641107710, -0.01242034716, 39.34816260, 0.006695957755, -37.41301256, 0.03049744370, -16.46050230, 0.0304059410, -16.44543689, 0.05171957026, -12.67096753, 0.05166272066, -12.65590212, 0.1033822909
  92, 1.605702912, 0.7227342478, 2.418858406, 1.578342235, 0.2045485044
  92, 0.2160906553, 0.001094321675
  92, 0.2160906553, 0.001094321675
  -0.05281920897, -0.02485043116, 39.35187874, 0.01340339632, -37.41687855, 0.06104921378, -16.46925986, 0.06082181748, -16.43912538, 0.1034870015, -12.67907747, 0.1032596052, -12.64894299, 0.2067466067
  93, 1.623156205, 0.7227342478, 2.418858406, 1.582112451, 0.2045723782
  93, 0.2159337249, 0.001641394330
  93, 0.2159337249, 0.001641394330
  -0.07922145800, -0.03730007925, 39.35807661, 0.02013388552, -37.42332612, 0.09165283594, -16.47883879, 0.09114120234, -16.43362793, 0.1552933591, -12.68757687, 0.1547817255, -12.64236601, 0.3100750846
  94, 1.640609497, 0.7227342478, 2.418858406, 1.585879379, 0.2046057993

```

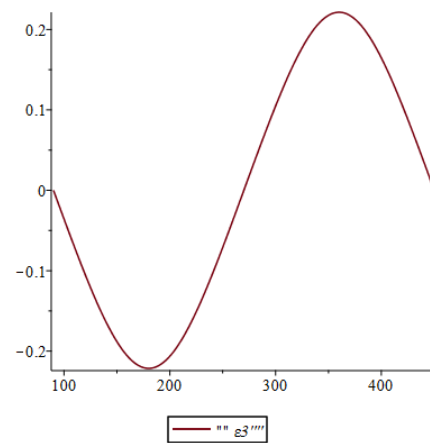


А қосымшасының жалғасы

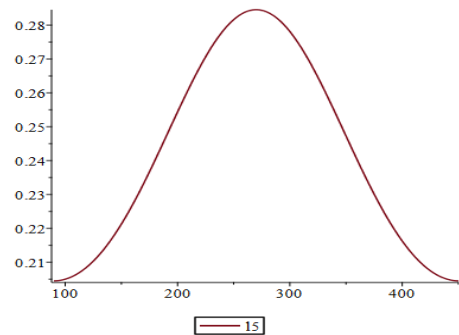
```
> plot([seq([i, Mass1[i][2]], i = 90..450)], legend = ["w3''"]);
```



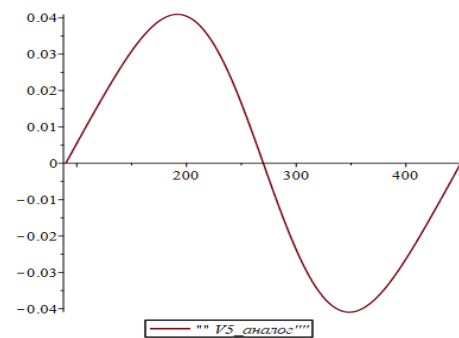
```
> plot([seq([i, Mass2[i][2]], i = 90..450)], legend = ["ε3''"]);
```



```
> plot([seq([i, Mass[i][6]], i = 90..450)], legend = ["15"]);
```

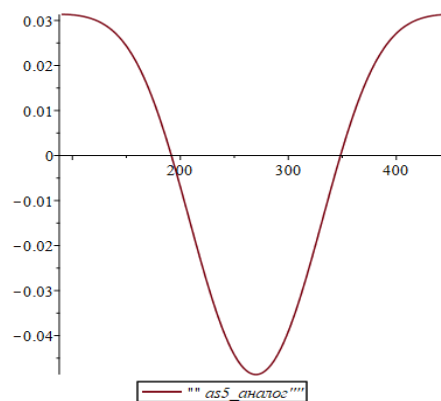


```
> plot([seq([i, Mass1[i][3]], i = 90..450)], legend = ["V5_аналог''"]);
```

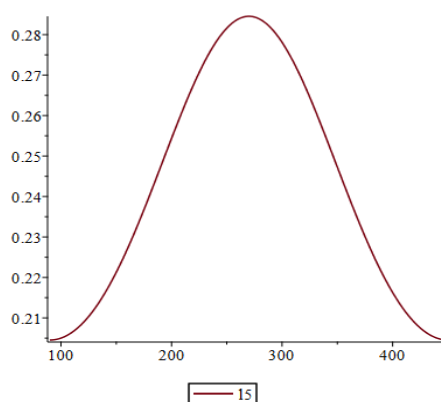


А қосымшасының жалғасы

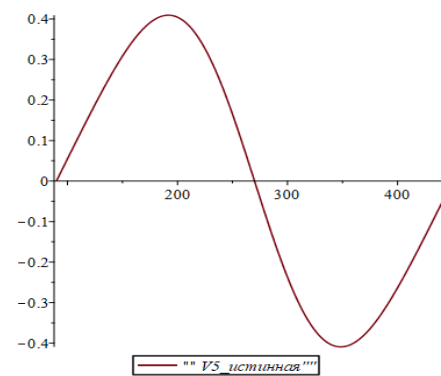
```
> plot([seq([i, Mass2[i][3]], i = 90 ..450)], legend = ["as5_аналог"]);
```



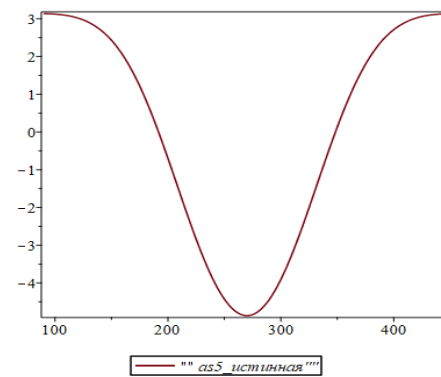
```
> plot([seq([i, Mass[i][6]], i = 90 ..450)], legend = ["15"]);
```



```
> plot([seq([i, Mass1_istina[i][3]], i = 90 ..450)], legend = ["V5_истинная"]);
```

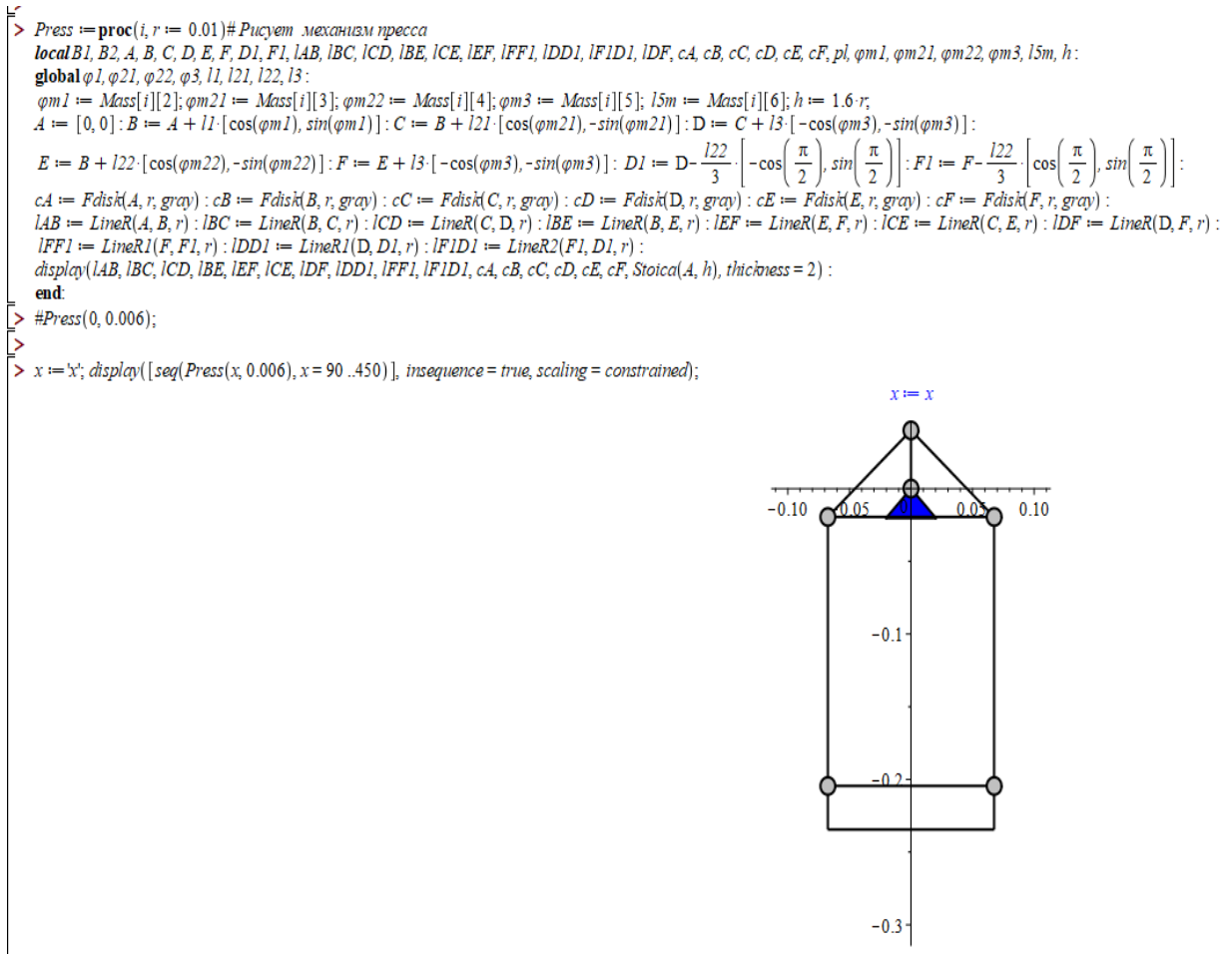


```
> plot([seq([i, Mass2_istina[i][3]], i = 90 ..450)], legend = ["as5_истинная"]);
```



А қосымшасының жалғасы

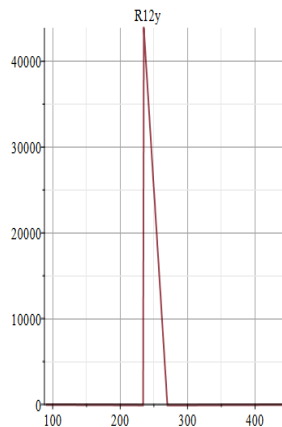
Кривошипті сырғымалы престің Maple жүйесіндегі анимациясы



```

> plot([seq([j, MassR[j][5]], j = 90..450)], gridlines = true, title = "R12y", thickness = 2);

```



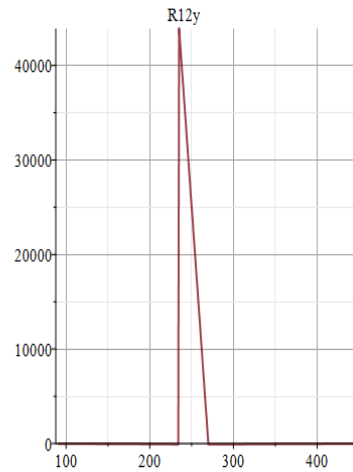
```

> SSI := ["My", "R01x", "R01y", "R12x", "R12y", "R24x", "R24y", "R23x", "R23y", "R54x", "R54y", "R53x", "R53y", "R05"];
SSI := ["My", "R01x", "R01y", "R12x", "R12y", "R24x", "R24y", "R23x", "R23y", "R54x", "R54y", "R53x", "R53y", "R05"]
>
>
> j := j; for i from 1 to 14 do
gr1a := plots[arrow]({seq([j, 0], [0, MassR[j-10][i]], j = 9..45)}, width = 0.03, head_length = 3, head_width = 0.1, color = green);
gr1b := plot([seq([j, MassR[j-10][i]], j = 9..45)], gridlines = true, title = SSI[i], thickness = 3);
display(gr1a, gr1b);
print(%);
od:

```

А қосымшасының жалғасы

```
> plot([seq([j, MassR[j][5]], j = 90..450)], gridlines = true, title = "R12y", thickness = 2);
```



```
> SS1 := ["My", "R01x", "R01y", "R12x", "R12y", "R24x", "R24y", "R23x", "R23y", "R54x", "R54y", "R53x", "R53y", "R05"];
```

```
SS1 := ["My", "R01x", "R01y", "R12x", "R12y", "R24x", "R24y", "R23x", "R23y", "R54x", "R54y", "R53x", "R53y", "R05"]
```

```
> j := j'; for i from 1 to 14 do
```

```
gr1a := plots[arrow]({seq([ [j, 0], [0, MassR[j-10][i]], j = 9..45 ]}), width = 0.03, head_length = 3, head_width = 0.1, color = green);
```

```
gr1b := plot([seq([j, MassR[j-10][i]], j = 9..45)], gridlines = true, title = SS1[i], thickness = 3);
```

```
display(gr1a, gr1b);
```

```
print(%);
```

```
od
```

j := j

```
> j := j'; for i from 1 to 14 do
```

```
gr1a := plots[arrow]({seq([ [j, 0], [0, MassR[j-10][i]], j = 9..45 ]}), width = 0.03, head_length = 3, head_width = 0.1, color = green);
```

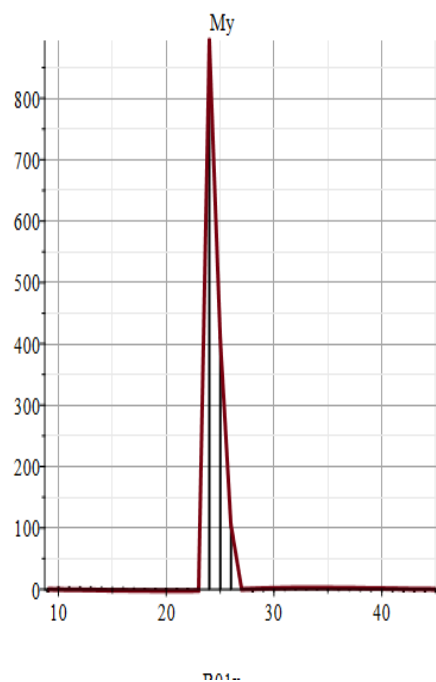
```
gr1b := plot([seq([j, MassR[j-10][i]], j = 9..45)], gridlines = true, title = SS1[i], thickness = 3);
```

```
display(gr1a, gr1b);
```

```
print(%);
```

```
od
```

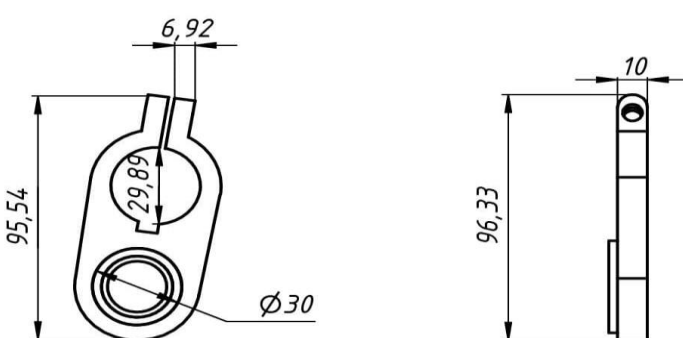
j := j



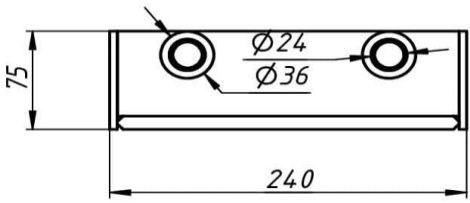
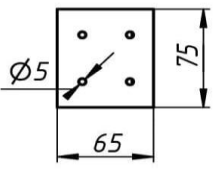
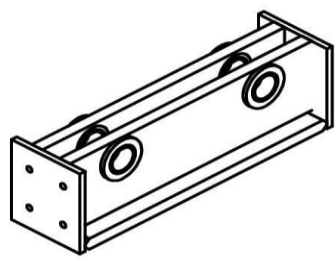
Б қосымшасы

Рычагты механизм негізінде кривошипті сырғымалы пресің конструкторлық-жобалау құжаттамасы

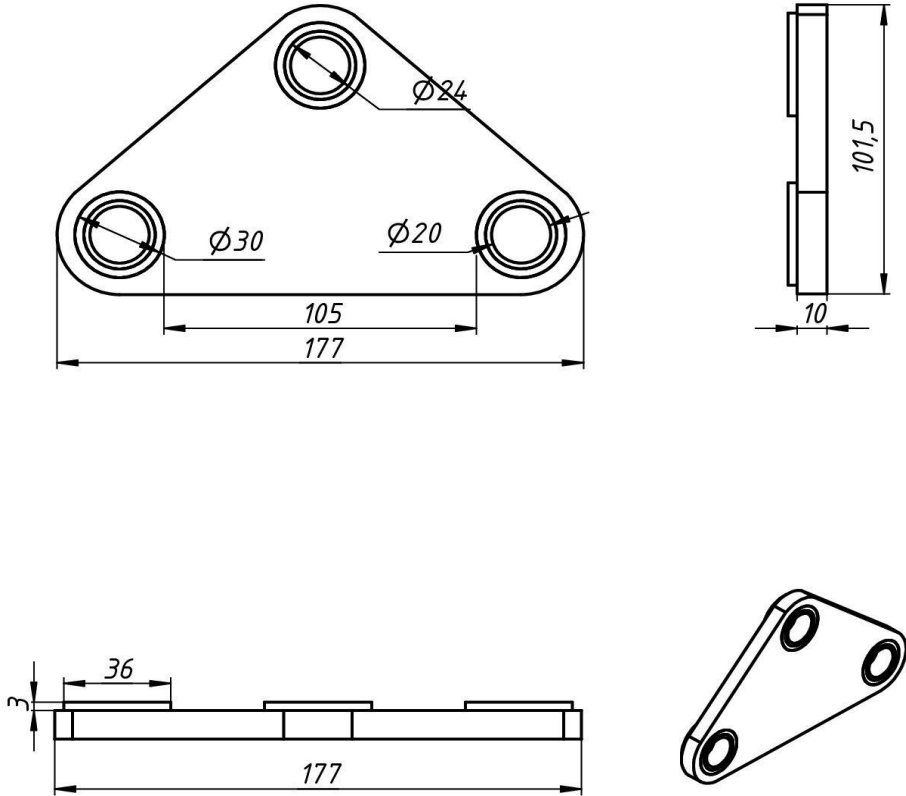
Кривошипті сырғымалы пресің Autodesk inventor жүйесіндегі сызбалары

Перв. примен.	Кривошип сборка				
Справ. №					
Подп. и дата					
Инв. № эфл.	Взам. инв. №	Кривошип сборка			
Подп. и дата	Инв. № подл.	Кривошип сборка			
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
	Разраб.		Махмет С		28.05.2023
	Пров.		Сейдахмет А		
	Т. контр.				
	Нач.отд.				
	Н. контр.				
	Утв.				
Кривошип сборка					
Копировал					
Формат А4					

Б қосымшасының жалғасы

Перв. примен.	Ползун сборка																																																																																																						
Справ. №	 																																																																																																						
Подп. и дата	 																																																																																																						
Инв. № дубл.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">Ползун сборка</td> </tr> <tr> <td style="width: 15%;">Изм.</td> <td style="width: 15%;">Лист</td> <td style="width: 20%;">№ докум.</td> <td style="width: 15%;">Подп.</td> <td style="width: 15%;">Дата</td> <td rowspan="5" style="width: 30%; text-align: center; vertical-align: middle;">Ползун</td> <td style="width: 10%;">Лит.</td> <td style="width: 10%;">Масса</td> <td style="width: 10%;">Масштаб</td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td></td> <td>Махмет С.</td> <td></td> <td>28.05.2023</td> <td></td> <td></td> <td>0.5</td> <td>1:4</td> </tr> <tr> <td>Пров.</td> <td></td> <td>Сейдахмет А</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Т. контр.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Лист</td> <td>Листов</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Нач. отд.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="3" style="text-align: center;">КазНИТУ им. К. И. Сатпаев</td> </tr> <tr> <td>Инв. № подл.</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">Взам. инв. №</td> <td colspan="10"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">Подп. и дата</td> <td colspan="10"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: middle;">Инв. № подл.</td> <td colspan="10"></td> </tr> </table>										Ползун сборка					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Ползун	Лит.	Масса	Масштаб	Разраб.		Махмет С.		28.05.2023			0.5	1:4	Пров.		Сейдахмет А							Т. контр.						Лист	Листов	1	Нач. отд.						КазНИТУ им. К. И. Сатпаев			Инв. № подл.										Взам. инв. №											Подп. и дата											Инв. № подл.										
Ползун сборка																																																																																																							
Изм.											Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Ползун	Лит.	Масса	Масштаб																																																																																					
Разраб.												Махмет С.		28.05.2023				0.5	1:4																																																																																				
Пров.												Сейдахмет А																																																																																											
Т. контр.																	Лист	Листов	1																																																																																				
Нач. отд.																	КазНИТУ им. К. И. Сатпаев																																																																																						
Инв. № подл.																																																																																																							
Взам. инв. №																																																																																																							
Подп. и дата																																																																																																							
Инв. № подл.																																																																																																							
Копировал																																																																																																							
Формат А4																																																																																																							

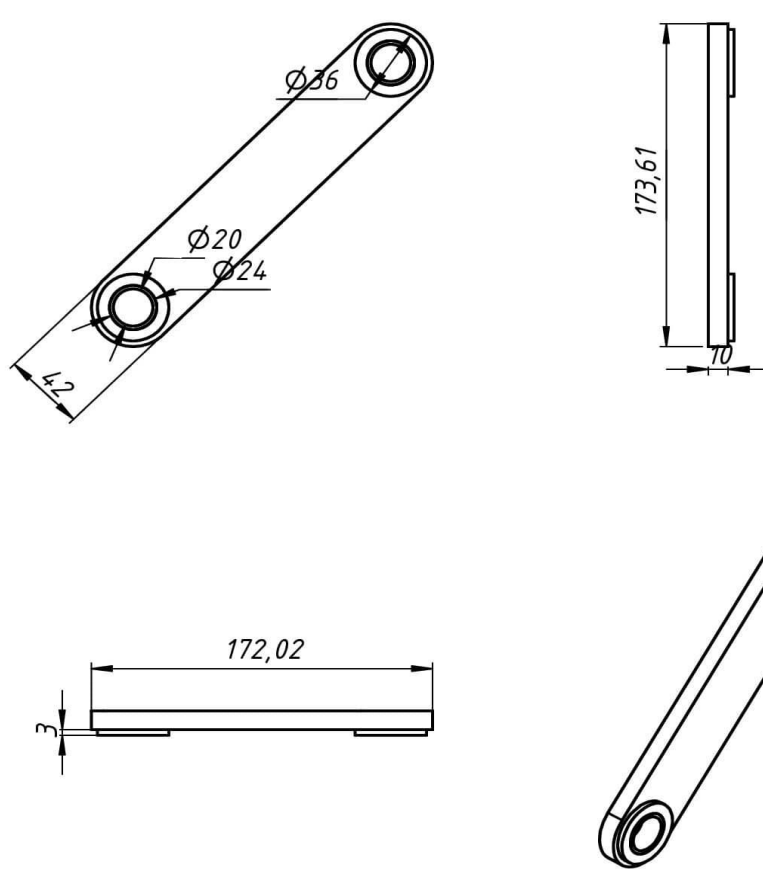
Б қосымшасының жалғасы

Перв. примен.	Трехплечий рычаг сборка			
Справ. №				
Подп. и дата	Инв. № дудл.	Взам. инв. №	Инв. № подл.	
Подп. и дата	Трехплечий рычаг			
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
Инв. № подл.	Разраб.	Махмет С.	28.05.2023	Дата
Инв. № подл.	Пров.	Сейдахмет А.		
Инв. № подл.	Т. контр.			
Инв. № подл.	Нач. отд.			
Инв. № подл.	Н. контр.			
Инв. № подл.	Утв.			
Трехплечий рычаг			Лит.	Масса
Трехплечий рычаг			0.1	1:2
Трехплечий рычаг			Лист	Листов
Трехплечий рычаг			1	1
Трехплечий рычаг			КазНИТУ им. К. И. Сатпаев.	

Копировал

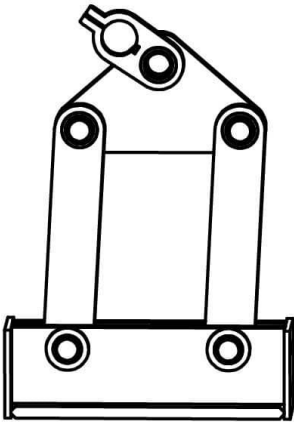
Формат А4

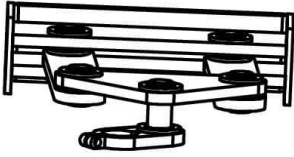
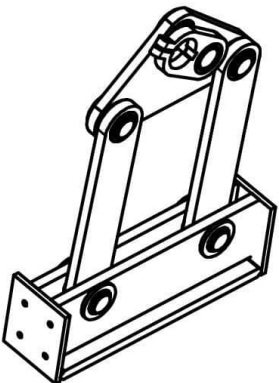
Б қосымшасының жалғасы

Перв. примен.		ыждооэ нншарт									
Справ. №											
Подп. и дата		Инв. № дцл.		Взам. инв. №		Шатун сборка					
Инв. № подл.		Изм.		Лист		№ докум.		Подп.		Дата	
Утв.		Разраб.		Пров.		Т. контр.		Нач. отд.		Н. контр.	

Б қосымшасының жалғасы

		Пресс механизм							
Перв. примен.									
Справ. №									
Подп. и дата									
Инв. № дцкл.									
Взам. инв. №									
Подп. и дата									
Инв. № подл.									



					Пресс механизм				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Пресс механизм	Лит.	Масса	Масштаб	
Разраб.		Махмет С.		28.05.2023				0.9	1:5
Пров.		Сейдахмет А.							
Т. контр.									
Нач. отд.									
Н. контр.									
Утв.									

Копировал
Формат А4

Б қосымшасының жалғасы

	Перв. примен.	Сборка кривошипного пресса										
	Справ. №	392,8 792 500	100 792									
	Инв. № дубл.	500 100										
	Взам. инв. №	Сборка кривошипного пресса Кривошипно-ползунный пресс конструкция <table border="1" style="border-collapse: collapse; font-size: 0.8em;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Лит.</th><th style="width: 10%;">Масса</th><th style="width: 10%;">Масштаб</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="height: 30px;"></td><td style="text-align: center;">22.1</td><td style="text-align: center;">1 : 10</td></tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 2px;">Лист</td><td style="padding: 2px;">Листов 1</td></tr> </tbody> </table>		Лит.	Масса	Масштаб		22.1	1 : 10	Лист		Листов 1
Лит.	Масса			Масштаб								
	22.1			1 : 10								
Лист				Листов 1								
	Подп. и дата											
	Изм. Лист											
	Разраб.											
	Пров.											
	Т. контр.											
	Нач. отд.											
	Н. контр.											
	Утв.											
	Инв. № подл.											

Копировал
Формат А4