



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Virumaa kolledž

Laste kiikvoodi mehhanismi simulatsioon
Simulation of the swing baby cradle mechanism

Masinaehitustehnoloogia õppekava lõputöö

Üliõpilane: Elena Vodopjan

Üliõpilaskood: 154300

Juhendaja: Tatjana Baraškova,
Lektor

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

"...." 20.....

Autor:

/ allkiri /

Töö vastab rakenduskõrgharidusõppe lõputööle/magistritööle esitatud nõuetele

"...." 20.....

Juhendaja:

/ allkiri /

Kaitsmisele

lubatud

"...." 20.....

Kaitsmiskomisjoni esimees

/ nimi ja allkiri /

LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS JA REPRODUTSEERIMISEKS

Mina Elena Vodopjan (sünnikuupäev: 13.06.1986)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose Kiikuv lapsehäll, mille juhendaja on Tatjana Baraškova,

1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja elektroonilise avaldamise eesmärgil, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta kolmandate isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ja teistest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

TalTech Inseneriteaduskond Virumaa kolledž

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Elena Vodopjan, 154300

Õppekava, peeriala: 02/12 Masinaehitustehnoloogia

Juhendaja(d): Tatjana Baraškova, Lektor

Konsultant: nimi, amet

ettevõtte, telefon, e-post

Lõputöö teema:

(eesti keeles) Laste kiikvoodi mehhanismi simulatsioon

(inglise keeles) Simulation of the swing baby cradle mechanism

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Välja töötada mehhanismi, mis võimaldab saada hälli sunnitud võnkumisi omadustega, mis vastavad praktilistele näitajatele.
2. Praktilises teostuses kasutada seotud teooriat.
3. Konstruktsiooni väljatöötamine.

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Teema aktuaalsuse uurimine.	30.03.2020
2.	Olemasolevate kiigutavate mehhanismide mudelite ülevaade.	15.04.2020
3.	Mehhanismide analüüs. Mehhanismide võrdlemine.	30.04.2020
4.	Kiikuva mehhanismi mudeli arvutus.	10.05.2020
5.	Konstruktsiooni väljatöötamine.	22.05.2020

Töö keel: eesti keel

Lõputöö esitamise tähtaeg:

"4"juuni 2020a

Üliõpilane: Elena Vodopjan

/allkiri/

"....."..... 20.....a

Juhendaja: Tatjana Baraškova
20.....a

/allkiri/

".....".....

Konsultant:
/allkiri/

“.....” 20.....a

Programmijuht: Veroonika Shirokova
/allkiri/

“.....” 20.....a

SISUKORD

EESSÕNA	7
LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU	8
SISSEJUHATUS	9
1 KIIKVOODITE LIIGID, EHITUS JA TÖÖPÕHIMÕTE	10
1.1 Kiikvoodite liigid	10
1.2 Kiikemehhanismide liigid	12
1.3 Turul esindatud pendelmehhanismiga kiikvoodite mudelid	15
2 HOOBMEHCHANISMI VÄLJATÖÖTAMINE	18
2.1 Mehhanismi parameetrid	18
2.2 Hoobmehhanismi struktuuranalüüs	18
2.3 Mehhanismi asendiplaan	20
2.4 Hoobmehhanismi kinemaatiline analüüs	21
2.5 Mehhanismi loomine programmis MatLab.	22
3 HOOBMEHCHANISMI AJAMI ARVUTUS	26
KOKKUVÕTE	29
SUMMARY	30
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU	31

EESSÕNA

Selles lõputöös lahenda autor järgmised ülesandeid: 1. Välja töötada mehhanismi, mis võimaldab saada hälli sunnitud võnkumisi omadustega, mis vastavad praktilistele näitajatele; 2. Praktilises teostuses kasutada seotud teooriat; 3. Konstruktsiooni väljatöötamine.

Antud teema valiti autori lõputöö juhendaja Tatjana Baraškova juhendamisel. Kuna elupõhjuse tõttu ei olnud töö autoril võimalust minna tööle, siis lõputöö teema valikul võeti vastu otsus lähtuda sellest, mida võib kasutada laste jaoks. Autor viidi läbi üksikasjalik turuuuring, millest selgus, et Eestis ei ole isekiikiva hälli mudelit.

Töös uuriti ja arvutati konstrueeritakse kiikvoodi pendelsüsteemi vänt-nookur kiikemehhanism.

Tehti vaadeldavate mehhanismide arvutus ja pakuti kõige sobivam kiikemehhanism

Arvutuslike andmete töötlemisel programmis Matlab, et valitud mehhanism sobib lastehälli kiigutamiseks.

Võtmesõnad: laste kiikvoodi, MatLab programm, hälli sunnitud võnkumise, mehhanismi kinemaatika, rakenduskõrgharidusõppe .

LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU

Lühendeid

n - liikuvate lülide arv

M_y - jõu analüüsi käigus määratud tasakaalustav jõud

P_γ - pöörd- või kulgpaaride arv

P_n - kõrgemate kinemaatiliste paaride arv

U_{tigu} – reduktori tiguülekanne ülekandearv

U_{sil} – reduktori silinderülekanne ülekandearv

SISSEJUHATUS

Praegu pakub tööstus nii välimuse kui valmistamiseks kasutatavate materjalide, nii ehituse kui tööpõhimõtte poolest väga mitmekesist valikut kiikvoodeid. Kahjuks Eestis kiikemehhanismiga voodeid ei valmistata. Minu jaoks on see probleem aktuaalne, kuna esiteks olen ma kahe rahutu lapse ema ja aeg-ajalt olen pidanud neid süles äiutama (mille tagajärjel ilmnesis mul seljavalud). Teiseks töötan lasteaia söimerühmas õpetajana ja esmakordselt lasteaeda tulnud lapsed jäävad vaikse tunni ajal magama ainult kiigutades.

Asusin sellekohast turgu uurima. Selgus, et tänapäeval müüakse järgmist tüüpi võrevoodeid:

- Tavaline jalgadel võrevoodi. Jalad on tavaliselt ratastega varustatud.
- Kaarja jalasega kiikuv võrevoodi.
- Pendelmehhanismiga võrevoodi.

Pendelmehhanismiga võrevoodid jagunevad mitmeks tüübiks, sõltuvalt:

- kujust (ristkülikukujulised, ümmargused, ovaalsed);
- mehhanismist (käsitsi kasutatav, automaatne);
- konstruktsioonist (ratastega, ratasteta; tavaline voodi, transformer-voodi);
- kompleksusest (sahtlitega, kummutiga; sahtliteta).

Peamisi kiikemehhanisme on tegelikult ainult kahte liiki, kuid need olemasolevad kiikumisviisid täidavad täielikult kõik vajadused. Üks viis põhineb voodi korpuse kiikumisel ümber horisontaalse kesktelje, teine tekitab tasapinnalise paralleelse liikumise küljelt küljele või edasi-tagasi.

Pendli mehhanismid on pikisuunalised (võrevoodi kiigub piki pikka külge), pöikisuunalised (võrevoodi kiigub piki lühikest külge) või universaalsed. Viimasel juhul saab sama võrevoodi kokku panna mõlemal viisil.

Voodit liikuma panevate mehhanismide konstruktsioonid aga kasutavad erinevaid skeeme ja füüsikalisi nähtusi üldiselt.

Uurimistöö käigus avastati mitu patenti, kuid vastavalt nendele ühtegi seadet ei toodeta.

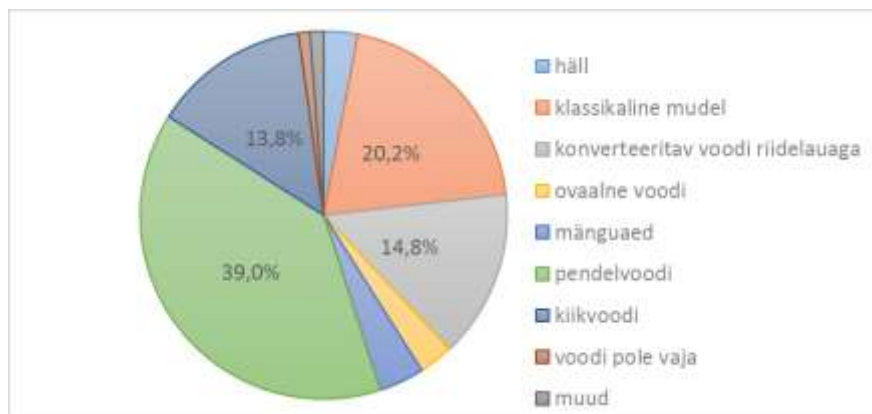
Käesolevas töös käsitletakse ja konstrueeritakse kiikvoodi pendelsüsteemi vāntnookur kiikemehhanism. Läbi viidi hoobmehhanismi kinemaatiline analüüs ja valiti ajam programmis MatLab r2018b.

1 KIIKVOODITE LIIGID, EHITUS JA TÖÖPÕHIMÕTE

1.1 Kiikvoodite liigid

Millist mudelit valida?

Enamik emasid valis pendli võrevoodi (39%). Klassikalise mudeli valis 20,2% vastanutest. Ja 3. kohal - ümberkujundav voodi koos muutuva lauaga (vt Joonis 1.1).



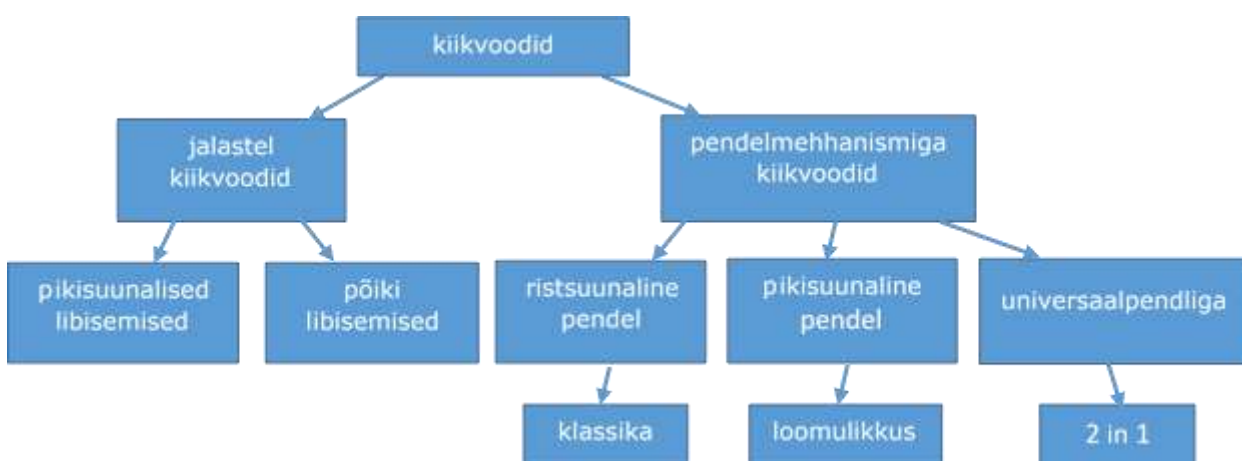
Joonis 1.1 Millist mudelit valida?

Lastevoodid valmistatakse tavaliselt standardsetes mõõtudes: pikkus 1,2 meetrit, laius 0,6 meetrit (120×60cm) või pikkus 1,4 meetrit ja laius 0,7 meetrit (140×70cm).

Voodid võivad olla täiendavalt komplekteeritud kummuti, riulite, sahtlite ja lauaga. Leidub mudeleid, millele saab paigaldada rattad voodi ühest kohast teise liigutamiseks.

Tootmiseks kasutatavat materjali võib olla nelja liiki: vitsad, puit, metall ja plast.

Kiikvoodid on 2 põhiliiki (vt Joonis 1.2).



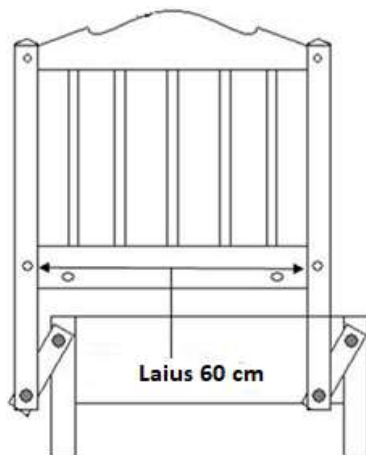
Joonis 1.2 Kiikvoodide liikidus

Jalastel voodi (vt Joonis 1.3) on lihtsa konstruktsiooniga – voodi jalgade külge on kinnitatud kaarekujulised jalased ja kiikumine toimub voodi veeretamisel mööda neid jalaseid. Jalastel voodi korpus pöörleb üldjuhul pikisuunalise kesktelje.[5]

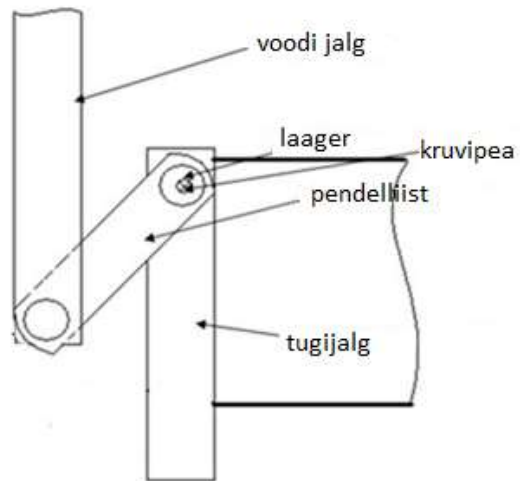


Joonis 1.3 Jalastega kiikvoodid [5]

Pendelmehhanismiga (vt Joonis 1.4) kiikvoodi on jalastel vooditega võrreldes keerukama konstruktsiooniga. Voodi jalad ühendatakse alusega läbi liikuvate lattide (vt Joonis 1.5 ja Joonis 1.6). Kiigutamisel liigub voodi paralleelselt tasapinnaliselt.[6]



Joonis 1.4 Pendelmehhanismiga kiikvoodi (skemaatiline kujutis) [6]



Joonis 1.5 Pendel-kiikemehhanism [6]



Joonis 1.6 Pendel-kiikemehhanism (välimus). [7]

1.2 Kiikemehhanismide liigid

Pendliga vooditel on liikuv ainult magamiskoht. Jalad jäävad alati liikumatuks. See on võimalik tänu spetsiaalse kiikemehhanismi – pendli kasutamisele.

Lastevoodite kiikemehhanisme toodetakse kolme liiki:

- 1) pikisuunalise liikumisega;
- 2) põiksuunalise liikumisega;
- 3) universaalpendliga.

Kumb pendel on parem, piki- või ristsuunaline?

Pikisuunaline pendel: loomulikkus

Kiigutab last peast jalgadeni. Imiteerib süles või jalutades lapsevankris kiigutamist ja seda peetakse vastsündinu jaoks loomulikuks. Lastearstide arvates mõjub see hästi tasakaaluaparaadile. Võimaldab turvaliselt koos emaga magada.

Ristsuunaline pendel: klassika

Kiigutab last paremale-vasakule. Kordab klassikalise hälli liikumist. Traditsiooniline viis beebide kiigutamiseks. Hakkab toimima, kui laps ennast liigutab. Kõigutab last vaikselt ilma teie abita kui ta peaks öösel ärkama ja ennast liigutama. Võtab vähem ruumi kui esimene variant.

Mida peab valiku tegemisel arvestama – olulised momendid

Kus hakkab voodi seisma? Arvesse tuleb võtta kiikumise amplituudi (6-15 cm) ja jätma liikumisteele veidi ruumi, et miski kiikumist ei takistaks. Pikimehhanismiga voodi võib paigutada piki vanemate voodit või seinäärt. Põiksuunaliselt võib seinaäärde lükata ainult otsaga.

Kummalt küljelt hakkate voodit kiigutama? Pendli liikumapanekuks piisab voodi ühekordsest lükkamisest ja see kiigub mõnda aega edasi. Mugavam on lükata enda poolt, nii väsib käsi vähem. Kui ema asub päitsi pool, sobib pikisuunaline kiikumine, kui aga küljel, siis põiksuunaline.

Lapse reaktsioon

Kõik lapsed on erinevad – see, mis meeldib ühele, ei pruugi meeldida teisele. Paljud emad soovivad kõige sobivama valimiseks jälgida lapse reaktsiooni, kuid kuidas seda aegsasti teha?

Siin pakuvad tootjad veel ühte lahendust.

Universaalne kaks ühes pendel

Ütleme kohe, et universaalsus ei tähenda erinevates suundades kiigutamise võimalust. Valida saab kahest ühe. Valik tehakse kokkupaneku käigus. Kui teil tekib tahtmine kiikumise suunda muuta, pange voodi lihtsalt uuesti kokku.

Kiigutamine omakorda võib toimuda kas käsitsi või automaatselt.

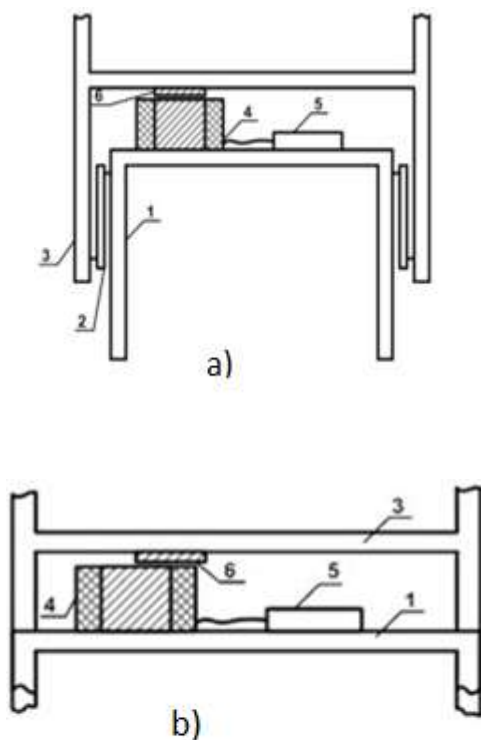
Seadmed jagunevad kiikemehhanismi mõjutamise tüübi põhjal kaheks: mehaanilised ja elektromagnetilised.

Elektromagnetiline mehhanism

Elektromagnetilise mehhanismiga voodi ehitus on järgmine (vt Joonis 1.7): voodi 3 on aluskonstruktsiooni 1 külge kinnitatud riputite 2 abil. Aluskonstruktsiooni 1 külge on paigaldatud mähisega elektromagnet 4, mis on läbi juhtimisplokiga katkesti 5 ühendatud vooluvõrku. Voodi 3 põhjale on kinnitatud neli püsomagnetit 6 elektromagnetiga 4, mis saavad üksteist vastastikku mõjutada. Püsomagnetid 6 on elektromagneti 4 suhtes voodi 3 kiikumise suunas nihkes. Katkesti 5 juhtimisplakk on

tehtud mikrokontrolleri põhjal, voodi kiikeseade aga on lisaks varustatud kaugjuhtimispuldiga. [8]

Elektromagnetpendli tööpõhimõte seisneb järgmises: magnet juhivad üle pooli liikudes sellesse elektromotoorjõu, mis muudab märki hetkel, kui magnet hakkab poolist eemalduma.

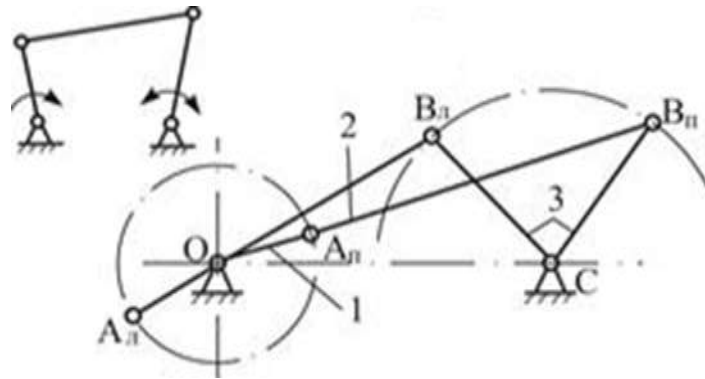


Joonis 1.7 Elektromagnetmehhanismiga voodi ehitus: a) kiikumissuund on joonise tasapinnaga risti (eestvaade); b) kiikumissuund vasakult paremale ja tagasi (külgsuund) [8]

Mehaaniliselt kiigutatavad seadmed

Pendlit saab mehaaniliselt mõjutada kõige erinevamal moel. Neist kõige enam on levinud mõjutamine trossi abil, mida spetsiaalne mootor vaheldumisi pingutab ja lõdvendab. Nii tekitatakse pendelsüsteemi võnked.

Käesolevas töös töötame välja vänt-nookur kiikemehhanismi (vt Joonis 1.8). Seda mehhanismi kasutatakse väнда pöördliikumise muundamiseks nookuri võnkeliikumiseks. Selle tööpõhimõte seisneb järgmises: elektrimootor paneb ajamiseadme kaudu liikuma väнда 1, mis ümber telje O pööreldes mõjutab kepsu 2 kaudu nookurit 3, pannes selle oma telje C suhtes kiikuma. [9]



Joonis 1.8 Klapi mehhanism [9]

1.3 Turul esindatud pendelmehhanismiga kiikvoodite mudelid

Pendelvoodi 60×120 cm Alita-3

Voodi korpuse materjal – mittemürgiste värvide ja lakkidega kaetud kasemassiiv. Voodil (vt Joonis 1.9) on põiksuunaline kiikumispindel, külmine automaatsein ja reguleeritav põhi (2 taset). Voodi külg on eemaldatav. [10]

Omadused:

- 1) materjal - tahke kask;
- 2) suurus - 60x120 cm;
- 3) võrevoodi suurus (LxW) - 127x67 cm;
- 4) kaal - 12 kg;
- 5) lastele sünnist kuni 3 aastani.



Joonis 1.9 Pendelvoodi 60×120 cm Alita-3 [10]

Lastevoodi Gandilyan Anastasia

Lastevoodil Gandilyan Anastasia (vt Joonis 1.10) on universaalne pendelmehhanism. Ettevõtte Gandilyan voodi Anastasia on valmistatud tänapäevaste seadmetega ja looduslikest pöõgi väärtliikidest kooskõlas Euroopa kvaliteedistandarditega. Voodi on töödeldud ökoloogiliselt puhta ja mittemürgise lakiga. Samuti on voodi põhjal kaks kõrgustaset, allalastav külgsein, väljatõmmatav pesusahtel ja silikoonpadjandid.

Pendel on kindlalt kinnitatud. Külje kõrgus on kergesti reguleeritav ja vastupidava fiksaatoriga. Põhja kõrguse saab reguleerida kahte asendisse.

Omadused:

- 1) materjal - puitlaastplaat, pöök;
- 2) seinad - puitraud;
- 3) voodi suurus - 1200 × 600 mm;
- 4) üldmõõt - 1264 × 720 × 1020 mm;
- 5) kaal - 36 kg.



Joonis 1.10 Lastevoodi Gandilyan Anastasia [\[11\]](#)

Pendelvoodi Lel Orhidee 24.3

Pendelvoodi Lel Orhidee on valmistatud traditsioonilisest materjalist – pöõgimassiivist. Puidu välismõjude eest kaitsmiseks on toode täiendavalt kaetud ohutu veepõhise lakiga. Voodil Orhidee 24.3 (vt Joonis 1.11) on reguleeritava kõrgusega põhi, eemaldatav külgsein, mahukas lapseasjade sahtel ja pikisuunaline fiksaatoriga pendelmehhanism.

Ülivastupidav konstruktsioon on valmistatud ohututest materjalidest ja teravate nurkadeta. Kiikemehhanismiks on pikisuunaline fiksaatoriga pendel. Reguleeritavad asendid: 3 põhja kõrgusastet, automaatseina 3 kõrgusasendit, eemaldatav külgsein, küljel eemaldatavad varvad. Allosas rulljuhikutel liikuv sahtel. [12]

Omadused:

- 1) materjal - tahke pöök;
- 2) kai suurus - 120x60 cm
- 3) võrevoodi suurus on 130,5x69x109 cm;
- 4) Lastele sünnist kuni 3 aastani.

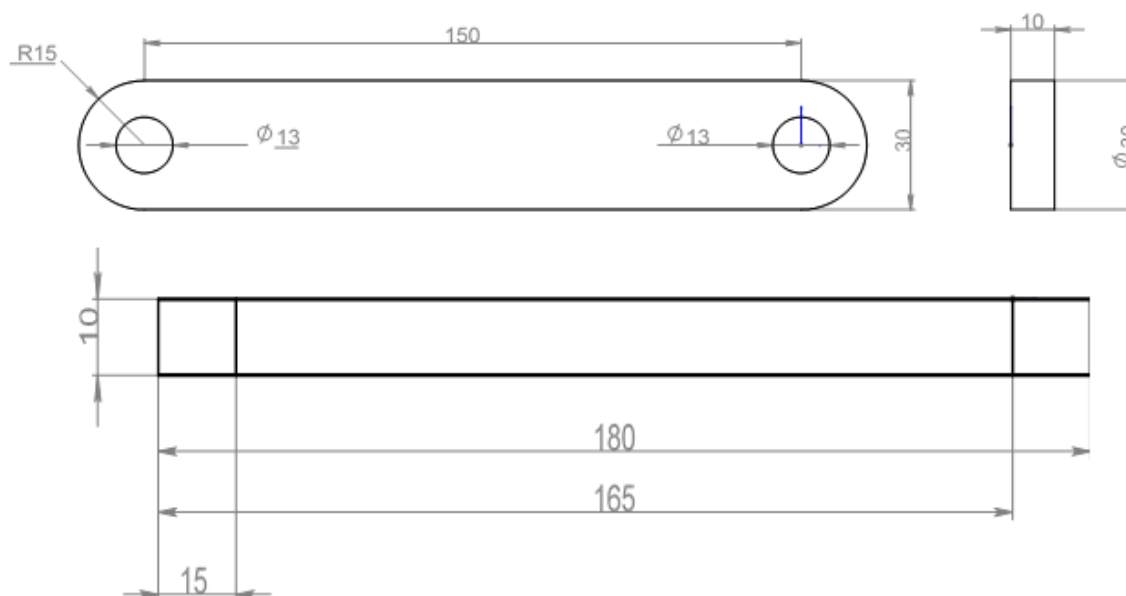


Joonis 1.11 Pendelvoodi Lel Orhidee 24.3 [\[12\]](#)

2 KLAPI MEHCHANISMI VÄLJATÖÖTAMINE

2.1 Mehhanismi parameetrid

Seadme põhi osaks on pendelmehhanismi varras. Varda pikkuse määrab tootjatehas. Meie juhtumi puhul on see 150 mm (vt Joonis 2.1).

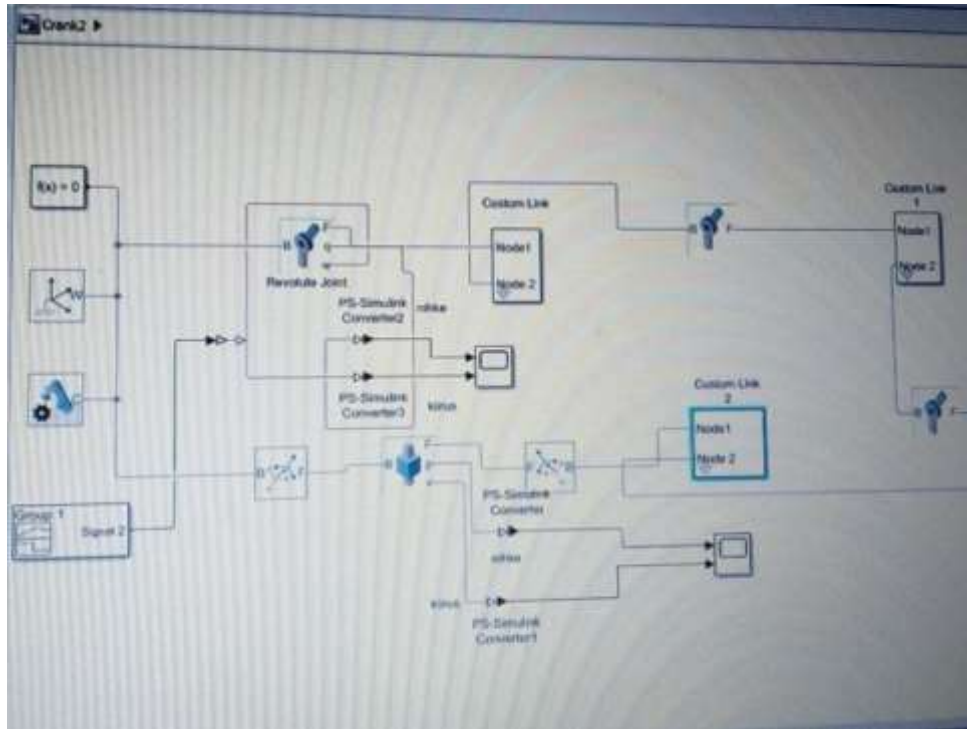


Joonis 2.1 Pendelmehhanismi varda mõõdud

Kepsu mõõt on valitud lähtuvalt konstruktsioonilisest vajadusest, vända mõõdu aga määrab voodi võnkeamplituud. Soovitatav amplituud (A) on 5-15 cm ja järelikult, võttes aluseks nende väärtuste keskmise, tuleb vända pikkuseks $A/2 = 50$ mm.

2.2 Klapi mehhanismi struktuuranalüüs

Vaatleme mehhanismi, kus vänt pöörleb liikumatu telje ümber nii, et pöördenuk muutub seaduse vastavalt. Mehhanism koosneb neljast osast: vänt, liigend, ühendusvarras, tugialus (vt Joonis 2.2) .



Joonis 2.2 Klapi mehhanismi skeem programmis MatLab

Tšebõševi tasapinnalise mehhanismi struktuurivalemi järgi arvutame mehhanismi liikuvusastme W (2.1):

$$W = 3n - 3p_{\gamma} - p_n \quad (2.1)$$

kus

n - liikuvate lülide arv , $n=3$;

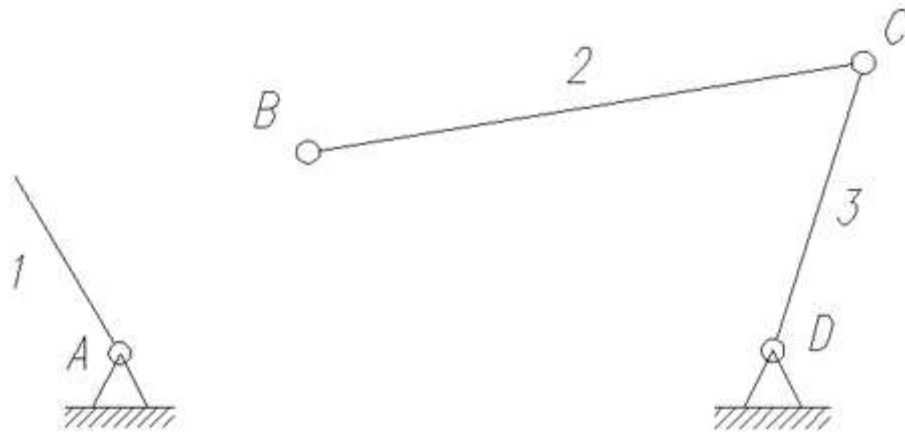
p_{γ} - pöörd- või kulgpaaride arv , $p_{\gamma}=4$;

p_n - kõrgemate kinemaatiliste paaride arv , $p_n=0$.

Valemi (2.1) järgi saame:

$$W = 3 \cdot 3 - 2 \cdot 4 - 0 = 1 .$$

Mehhanismil on 1 vabadusaste.



Joonis 2.3

Mehhanismi arvutamise valemid

$$I(0,1)$$

$$II(2,3)$$

$$I(0,1) \Rightarrow II(2,3)$$

Tegemist on 2. klassi mehhanismiga.

2.3 Mehhanismi uurimine

$$\mu_L = 0,0005 \left(\frac{m}{mm} \right); \quad AB = 0,05 \text{ (m)}; \quad BC = 0,2 \text{ (m)}; \quad CD = 0,15 \text{ (m)};$$

$$n = 0,955 \text{ p/min}$$

Zinoviev meetod

$$\begin{cases} r_1 \cdot \cos \varphi_1 + r_2 \cdot \cos \varphi_2 = r_3 \cdot \cos \varphi_3 + r_4 \\ r_1 \cdot \sin \varphi_1 + r_2 \cdot \sin \varphi_2 = r_3 \cdot \sin \varphi_3 \end{cases}$$

See on pikkade lülide projektsioonid koordinaatteljel.

$$\begin{cases} -r_1 \cdot \omega_1 \cdot \sin \varphi_1 - r_2 \cdot \omega_2 \cdot \sin \varphi_2 = -r_3 \cdot \omega_3 \cdot \sin \varphi_3 \\ r_1 \cdot \omega_1 \cdot \cos \varphi_1 + r_2 \cdot \omega_2 \cdot \cos \varphi_2 = r_3 \cdot \omega_3 \cdot \cos \varphi_3 \end{cases}$$

Nende projektsioonide ajatuletis.

$$\begin{cases} -r_1 \cdot \varepsilon_1 \cdot \sin \varphi_1 - r_1 \cdot \omega_1^2 \cdot \cos \varphi_1 - r_2 \cdot \varepsilon_2 \cdot \sin \varphi_2 - r_2 \cdot \omega_2^2 \cdot \cos \varphi_2 = -r_3 \cdot \varepsilon_3 \cdot \sin \varphi_3 - r_3 \cdot \omega_3^2 \cdot \cos \varphi_3 \\ r_1 \cdot \varepsilon_1 \cdot \cos \varphi_1 - r_1 \cdot \omega_1^2 \cdot \sin \varphi_1 + r_2 \cdot \varepsilon_2 \cdot \cos \varphi_2 - r_2 \cdot \omega_2^2 \cdot \sin \varphi_2 = r_3 \cdot \varepsilon_3 \cdot \cos \varphi_3 - r_3 \cdot \omega_3^2 \cdot \sin \varphi_3 \end{cases}$$

Projektsiooni teine tuletis.

$$\text{kus } r_1 = AB \text{ (m)}, \quad r_2 = BC \text{ (m)}, \quad r_3 = CD \text{ (m)}, \quad r_4 = AD \text{ (m)}.$$

$$r_1 = AB_L \text{ ja } n.e$$

$$\cos \varphi_3 < 0$$

2.4 Klapi mehhanismi kinemaatiline analüüs

Seisund 1, kui $\varphi_1 = \varphi_2 = 33^\circ, \varphi_3 = 41^\circ$,

Kiirusplaan.

$$\omega_1 = \frac{2\pi n}{60} = \frac{6,28 \cdot 0,955}{60} = 0,1 \text{ rad/s}$$

$$v_B = \omega_1 \cdot AB = 0,1 \cdot 0,05 = 0,005 \text{ m/s}$$

$$v_C = \omega_2 \cdot 0 = 0 \text{ m/s}$$

$$\omega_2 = \frac{v_B}{BC} = \frac{0,005}{0,2} = 0,025 \text{ rad/s}$$

$$v_{CB} = \omega_2 \cdot CB = 0,025 \cdot 0,2 = 0,005 \text{ m/s}$$

$$\vec{v}_C = \vec{v}_B + \vec{v}_{CB}$$

$$0 = \vec{v}_B + \vec{v}_{CB} \quad \vec{v}_{CB} \perp BC, \quad \vec{v}_B \perp AB, \quad \vec{v}_C \perp CD, \quad \vec{v}_C = 0$$

$$\vec{v}_B = -\vec{v}_{CB}$$

$$\omega_3 \cdot CB = v_C = 0 \rightarrow \omega_3 = 0 \text{ rad/s}$$

Kiirendusplaan.

$$a_B^n = \omega_1^2 \cdot AB = 0,1^2 \cdot 0,05 = 0,0005 \text{ m/s}^2$$

$$a_B^t = 0 \text{ m/s}^2$$

$$\vec{a}_C = \vec{a}_B^n + \vec{a}_B^t + \vec{a}_{CB}^n + \vec{a}_{CB}^t$$

Telg x on suutatud AB tala piki aga telg y on risti suunatud teljega x. Teeme projektsioonid teljele x ja y, nimelt

$$a_C^x = -a_B^n + 0 - a_{CB}^n + 0 = -0,0005 - \omega_2^2 \cdot BC = -0,0005 - 0,025^2 \cdot 0,2 = -0,000625 \text{ m/s}^2$$

$$a_C^y = 0 + 0 + 0 + a_{CB}^t = \varepsilon_2 \cdot BC,$$

Kus ε_2 on teise ahela BC nurkkiirendus

Teisest küljest on punkti C kiirendus võrdub

$$\vec{a}_C = \vec{a}_{CD}^n + \vec{a}_{CD}^t$$

Telg x' on suutatud nuut CD tala piki aga telg y' on risti suunatud teljega x'. Teeme projektsioonid teljele x' ja y', nimelt

$$a_C^{x'} = -a_{CD}^n + 0 = -\omega_3^2 \cdot CD + 0 = -0 \cdot 0,15 + 0 = 0 \text{ m/s}^2$$

$$\vec{a}_C^{y'} = \vec{a}_C = \vec{a}_C^y + \vec{a}_C^x = \vec{a}_{CD}^t = \vec{\varepsilon}_3 \cdot DC,$$

$$\varepsilon_3 \cdot DC \cdot \cos(82) = a_B^n + a_{CB}^n = 0,0005 + 0,000125 = 0,000625 \text{ m/s}^2$$

$$\varepsilon_3 \cdot DC \cdot \sin(82) = a_{CB}^t = \varepsilon_2 \cdot BC = \varepsilon_2 \cdot 0,2 \text{ m/s}^2$$

$$\varepsilon_3 = \frac{0,000625}{0,15 \cdot 0,13917} = 0,0299 \text{ rad/s}^2$$

$$\varepsilon_2 = \frac{0,0299 \cdot 0,15 \cdot 0,990268}{0,2} = 0,0222 \text{ rad/s}^2$$

$$|\ddot{a}_C^y| = 0 + 0 + 0 + a_{CB}^t = \varepsilon_2 \cdot BC = 0,0222 \cdot 0,2 = 0,00444 \text{ m/s}^2$$

$$\ddot{a}_C \perp CD$$

MatLab programmis kontroll

Seisund 1

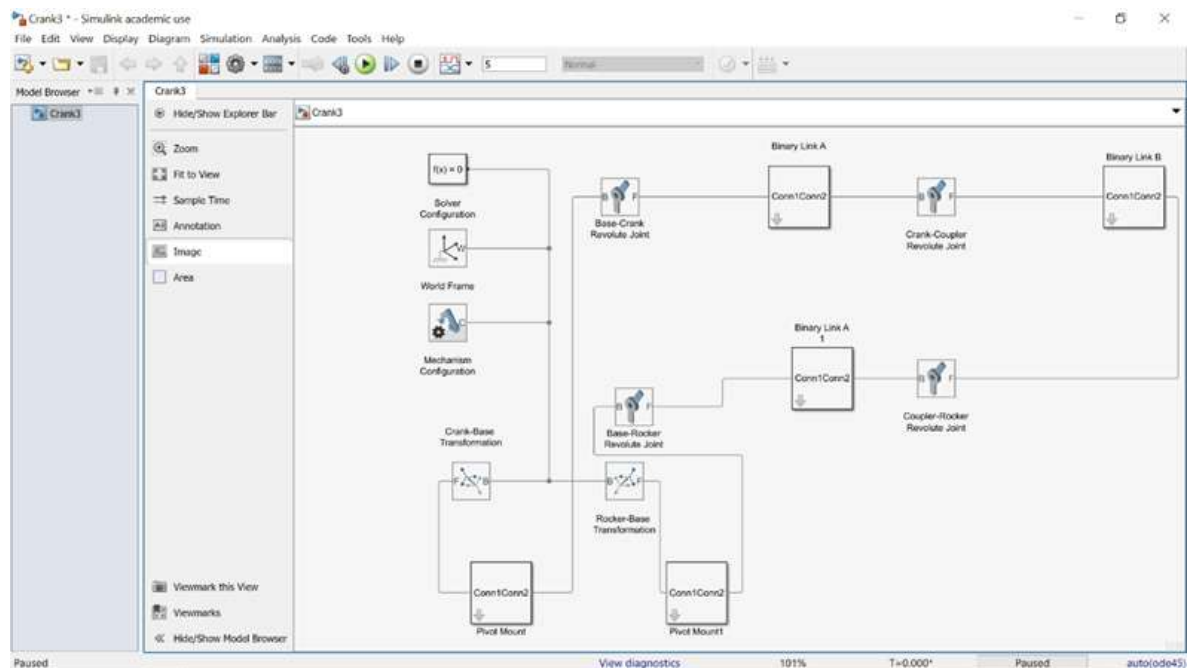
$$r_4 = \frac{(r_1 + r_2) \cdot \sin(8)}{\sin(139)} = \frac{(0,05 + 0,2) \cdot 0,13917}{0,65606} = 0,053 \text{ m}$$

$$\begin{cases} 0,0419 = 0,1662 \\ 0,0242 = 0,0984 \end{cases}$$

$$\begin{cases} -0,0027 = 0 \\ 0,0042 = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0 = -0,0029 \\ 0 = 0,0034 \end{cases}$$

2.5 Mehhanismi loomine programmis MatLab.



Joonis 2.4 Mehhanismi simulatsioon.

Zinoviev meetodi programm.

Starting: Simulink

Initializing: Project Path

Setting up working folders

Identifying shadowed project files

```
>> %Zinovev meetod%
```

```
>> r1=0.05
```

```
r1 = 0.0500
```

```
>> r2=0,2
```

```
r2 = 0
```

```
ans = 2
```

```
>> r3=0.15
```

```
r3 = 0.1500
```

```
>> r4=0.053
```

```
r4 = 0.0530
```

```
>> f1=33
```

```
f1 = 33
```

```
>> f2=33
```

```
f2 = 33
```

```
>> f3=41
```

```
f3 = 41
```

```
>> eps1=0
```

```
eps1 = 0
```

```
>> eps2=0.0222
```

```
eps2 = 0.0222
```

```
>> eps3=0.0299
```

```
eps3 = 0.0299
```

```
>> omega1=0.1
```

```
omega1 = 0.1000
```

```
>> omega2=0.025
```

```

omega2 = 0.0250
>> omega3=0
omega3 = 0
>> rx1=r1*cos(f1*pi/180)+r2*cos(f2*pi/180)
rx1 = 0.0419
>> rx2=r3*cos(f3*pi/180)+r4
rx2 = 0.1662
>> ry1=r1*sin(f1*pi/180)+r2*sin(f2*pi/180)
ry1 = 0.0272
>> ry2=r3*sin(f3*pi/180)
ry2 = 0.0984
>> rx1v=-r1*omega1*sin(f1*pi/180)-r2*omega2*sin(f2*pi/180)
rx1v = -0.0027
>> rx2v=-r3*omega3*sin(f3*pi/180)
rx2v = 0
>> ry1v=r1*omega1*cos(f1*pi/180)+r2*omega2*cos(f2*pi/180)
ry1v = 0.0042
>> ry2v=r3*omega3*cos(f3*pi/180)
ry2v = 0
>>
rx1a=-r1*eps1*sin(f1*pi/180)-r1*(omega1)^2*cos(f1*pi/180)-
r2*eps2*sin(f2*pi/180)-r2*
(omega1)^2*cos(f2*pi/180)
rx1a = -4.1934e-04
>> rx2a=-r3*eps3*sin(f3*pi/180)-r3*(omega3)^2*cos(f3*pi/180)
rx2a = -0.0029
>>
ry1a=r1*eps1*cos(f1*pi/180)-
r1*(omega1)^2*sin(f1*pi/180)+r2*eps2*cos(f2*pi/180)-r2*
(omega2)^2*sin(f2*pi/180)
ry1a = -2.7232e-04

```



```
>> ry2a=r3*eps3*cos(f3*pi/180)-r3*(omega3)^2*sin(f3*pi/180)
```

```
ry2a = 0.0034
```

```
>> rx1a=-r1*eps1*sin(f1*pi/180)-r1*(omega1)^2*cos(f1*pi/180)-  
r2*eps2*sin(f2*pi/180)-r2*
```

```
(omega1)^2*cos(f2*pi/180)
```

```
rx1a = -4.1934e-04
```

```
>> rx1a=-r1*eps1*sin(f1*pi/180)-r1*(omega1)^2*cos(f1*pi/180)-  
r2*eps2*sin(f2*pi/180)-r2*(omega2)^2*cos(f2*pi/180)
```

```
rx1a = -4.1934e-04
```

```
>>
```

3 KLAPI MEHHANISMI AJAMI ARVUTUS

Voodi võnkesagedus peab olema vahemikus $\omega = 0,05-0,15$ s⁻¹. Valime $\omega_1 = 0,1$ rad/s. See väärtus on hoobmehhanismi sisendlüli pöörlemiskiirus.

Hoobmehhanismi käivitamiseks vajalik võimsus arvutatakse valemiga (3.1):

$$P = M_y \cdot \omega_1, \quad (3.1)$$

kus

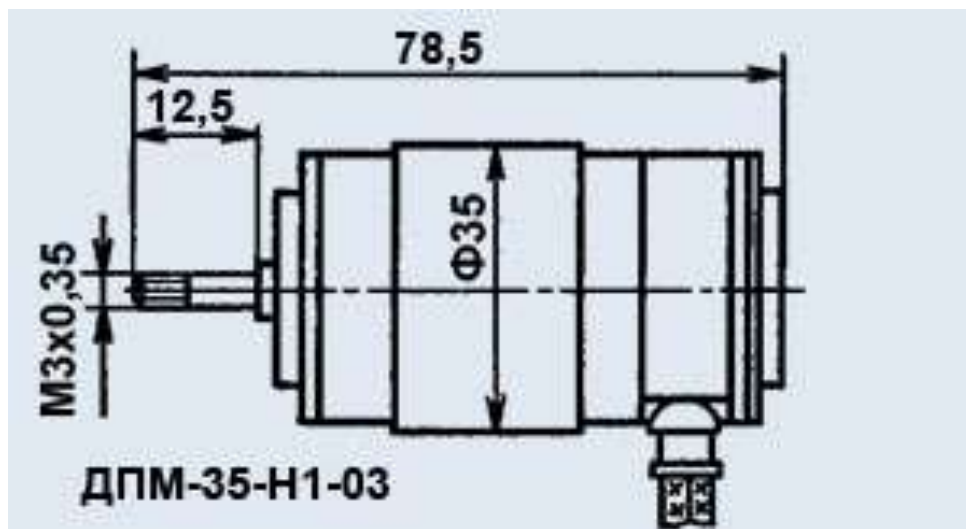
M_y on jõu analüüsi käigus määratud tasakaalustav jõud.

$$P = 27,6 \cdot 0,1 = 2,76 \text{ W}$$

Valime neile näitajatele vastava elektrimootori. Valime mootori DPM-35 -H1-03 (vt Joonis 3.1). Mootori tehnilised näitajad (vt Tabel 3.1 Tabel 3.1).

Tabel 3.1 Mootori DPM-35 -H1-03 tehnilised näitajad [13]

Parameeter	$U_{töö},$ V	$P_{tarb},$ W	$n,$ p/min	$M_{nom},$ Nm	$M_{käiv},$ Nm	$I_{nom},$ A	$I_{käiv},$ A	Kasu- tegur, %	$t_{keskm},$ h
Väärtus	6	4,25	1800	22,6	34,3	2,5	8,5	28	1000



Joonis 3.1 Mootori DPM-35-H1-03 gabariit-, paigaldus- ja ühendusmõõdud [13]

Määrame mootori ülekandesuhte. Väнда pöörlemissagedus peab olema ligikaudu 60 p/min.

Mootori ülekande koguarvu määrame valemi (3.2) järgi:

$$U_{kogu} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1800}{60} = 30. \quad (3.2)$$

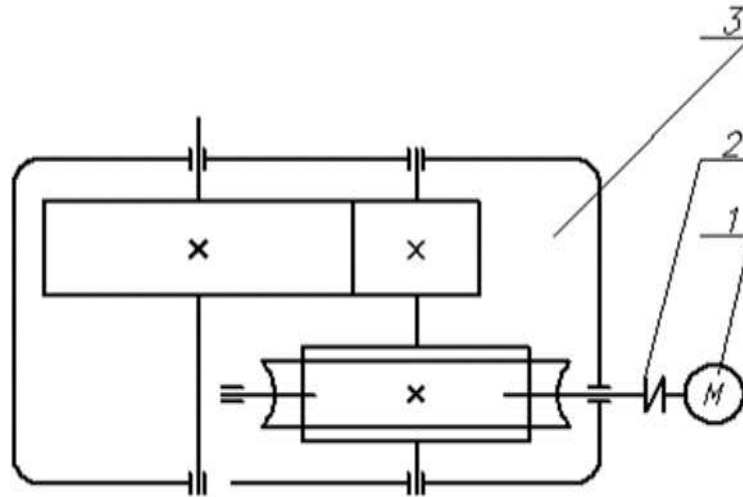
Saadud ülekande koguarvu jaotame ülekande astmete vahel:

$$U_{kogu} = U_{tigu} \cdot U_{sil},$$

kus

U_{tigu} – reduktori tiguülekanne ülekandearv;

U_{sil} – reduktori silinderülekanne ülekandearv.



Joonis 3.2 Ajami kinemaatiline skeem: 1 – elektrimootor; 2 – elastne sidur; 3 – kaheastmeline tigu-silinderreduktor

Redukti ülekandearvud võtame ISO 13-28 standardvahemikust.

$$U_{\text{tigu}} = 12,5; \quad U_{\text{sil}} = 2,5$$

Siis võrdub ajami ülekande koguarv:

$$U_{\text{kogu}} = 12,5 \cdot 2,5 = 31,25$$

Täpsustame väljundvõlli pöörlemissageduse:

$$n_2 = \frac{n_1}{U_{\text{kogu}}} = \frac{1800}{31,25} \text{ p/min} = 57,6 \text{ p/min.}$$

Redukti vahevõlli pöörlemissagedus:

$$n^2 = \frac{n_1}{U_{\text{tigu}}} = \frac{1800}{12,5} = 144 \text{ p/min.}$$

Ajami võllide nurkkiiruste määramine

$$\omega_1 = \omega_{\text{ДВ}} = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 1800}{30} = 188,4 \text{ rad/s}$$

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{U_1} = \frac{188,4}{12,5} = 15,072 \text{ rad/s}$$

$$\omega_3 = \frac{\omega_2}{U} = \frac{15,072}{2,5} = 6,03 \text{ rad/s}$$

Pöördemomentide määramine ajami völlidel

Pöördemomendid T ajami völlidel määrame valemiga

$$T_1 = T = \frac{P}{\omega_1} = \frac{4,25}{188,4} = 0,023 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$T_2 = T_1 \cdot U_{\text{tigu}} \cdot \eta_1 \cdot \eta_3 = 0,023 \cdot 12,5 \cdot 0,85 \cdot 0,99 = 0,237 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$T_3 = T_2 \cdot U_{\text{sil}} \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 = 0,237 \cdot 2,5 \cdot 0,98 \cdot 0,99 = 0,576 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Kus

$\eta_1 = 0,85$ – KPD tiguhammasrataste paarid;

$\eta_2 = 0,98$ – KPD silinderhammasrataste paarid;

$\eta_3 = 0,99$ – KPD laagripaarid.

KOKKUVÕTE

Tehtud töö tulemusena määratleti kiikvoodite tüübid ja uuriti olemasolevate mudelite turgu. Põhjalikumalt käsitleti kiikemehhanisme.

Uuringu andmete põhjal selgitati välja olemasolevale voodimudelile kõige sobivam kiikemehhanism. Arvutati ja analüüsiti mehhanismi kinemaatikat.

Väljatöötatud mehhanismi jaoks tehti ajami arvutus ja valiti elektrimootor.

Käsitletud mehhanism rahuldab täielikult laste kiikvoodite kiikeseadmete tööle esitatavatele nõuetele.

Pendelmehhanismidega võrevoodite puuduseks on võib-olla mõne lapsevanema arvates see, et lapsed harjuvad kiigutamise ära ja lõpuks nad suureks saades ilma „õhtuse kiigutamiseta“ enam magama ei jää. Kuid lõppude lõpuks pole ühesuguseid lapsi olemas: kellelgi õnnestub isegi ilma kiigutamise suurepäraselt uinuda, samas kui teine ei suuda pikka aega isegi pikaajaliste monotoonsete kiigutuste abil magama jääda.

Pendelmehhanismiga võrevoodi mudelite hinnad on pisut kõrgemad kui tavalistel kiikemehhanismideta võrevooditel, kuid need on täiesti vastuvõetavad.

Tõenäoliselt ei realiseerita sellist mudelit koos sahtli, kummuti või kokkupandava mähkimislauaga, kuid põhifunktsiooni, mille jaoks see välja töötati, on võimalik hästi täita.

SUMMARY

As a result of the work done, the types of beds for motion sickness were determined, the market of existing models was investigated. More deeply considered types of swinging mechanisms. Based on these studies, the swing mechanism most suitable for the existing bed model has been identified. The kinematics of the mechanism, the efforts in the links and the dynamics are calculated and analyzed. For the developed mechanism, the drive is designed and the electric motor is selected. The mechanism under consideration fully meets the requirements for the operation of pumping equipment on rocking beds for children.

The drawbacks of the pendulum beds are perhaps the common opinion of some parents that the children get used to motion sickness and eventually, when they grow up, they refuse to fall asleep without an "evening roll". But, after all, there are no identical children: for some people, and without motion sickness, everything turns out fine with falling asleep, while someone cannot sleep for a long time even with prolonged monotonous swings.

Prices for pendulum crib models are slightly higher than for regular cribs without the mechanism of motion sickness, but are quite acceptable

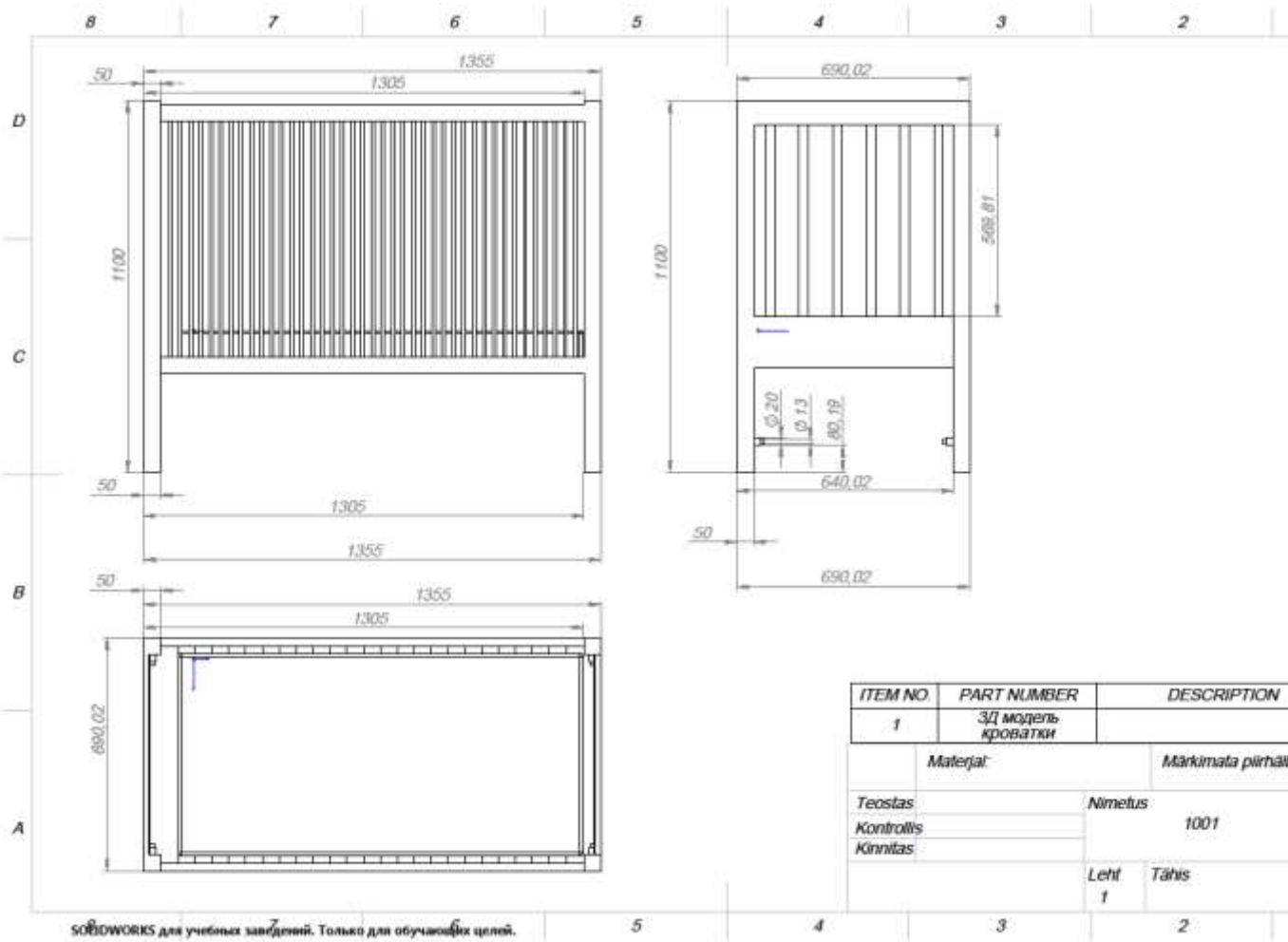
Of course, such a model is unlikely to be implemented complete with a drawer, chest of drawers or a folding changing table, but the main function, for the sake of which it was developed, will reproduce beautifully.

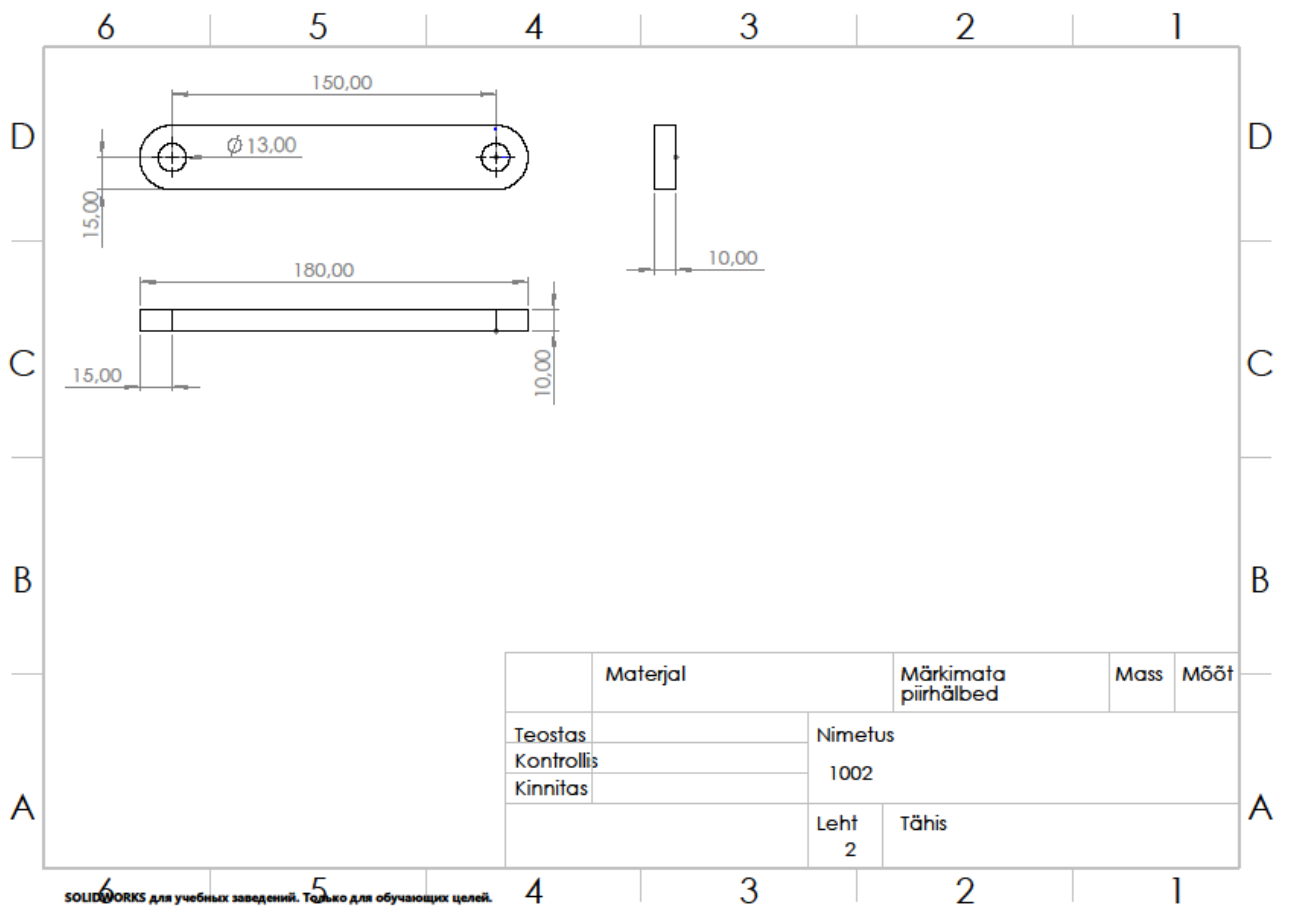
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

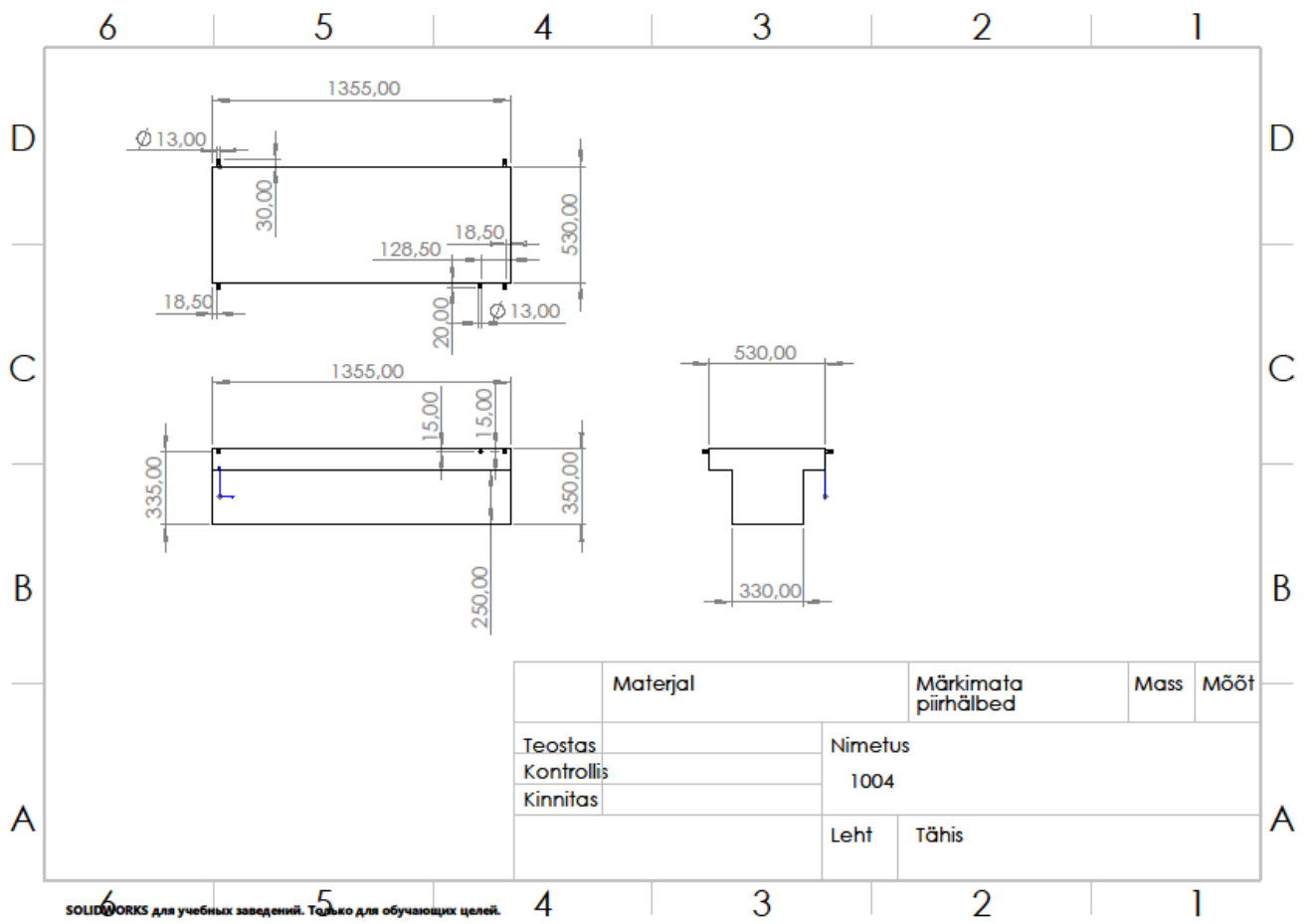
1. Курсовое проектирование деталей машин: Учеб. пособие / С.А. Чернавский и др. – М.: Машиностроение, 1987. – 416 с.
2. Теория механизмов и машин: Учеб. для вузов / К.В. Фролов, С.А. Попов, А.К. Муатов и др.; Под ред. К.В. Фролова. – М.: Высш. шк., 1987. – 496 с.: ил.
3. Ковчин С.А. Сабинин Ю.А. Теория электропривода. — С.Пб.: Энергоиздат, Санкт-Петербургское отделение, 2000.
4. Москаленко В.В. Электрический привод. — М.: Высшая школа, 1991. — 429 с.
5. Keskkonnaveeb. [Online] <https://market.yandex.ru/product--krovatka-laura-7-s-iaschikom-kachalka-na-poloziakh/13011396> (06.05.2020)
6. Keskkonnaveeb. [Online] stroylenprojekt.ru/mebel/detskaja-krovatka-svoimi-rukami-ustrojstvo.html (06.05.2020)
7. Keskkonnaveeb. [Online] <https://links-stroy.ru/detskaya-krovatka-s-mayatnikom/> (07.05.2020)
8. Keskkonnaveeb. [Online] https://rusneb.ru/catalog/000224_000128_0000112007_20120110_U1_RU/(07.05.2020)
9. Keskkonnaveeb. [Online] <https://studfile.net/preview/5734283/page:4/>(07.05.2020)
10. Keskkonnaveeb. [Online] <http://mebelac.ru/detskaya-krovatka-antel-alita-3-poperechnyj-mayatnik-bez-yaschika/>(07.05.2020)
11. Keskkonnaveeb. [Online] https://www.kidiki.ru/model/krovatka-detskaya-gandilyan-gandylyan-anastasiya-belii_108093559.html(09.05.2020)
12. Keskkonnaveeb. [Online] <https://babadu.ru/store/product/5479979/>(09.05.2020)
13. Keskkonnaveeb. [Online] https://eandc.ru/catalog/index.php?SECTION_ID=227&ELEMENT_ID=18568(09.05.2020)

LISA:

1. 3-D VOODI JOONIS
2. HOOB JOONIS
3. ÜHENDUSVARRAS JOONIS
4. VOODI ALUS JOONIS
5. LIIGEND JOONIS







SOLIDWORKS для учебных заведений. Только для обучающих целей.

