

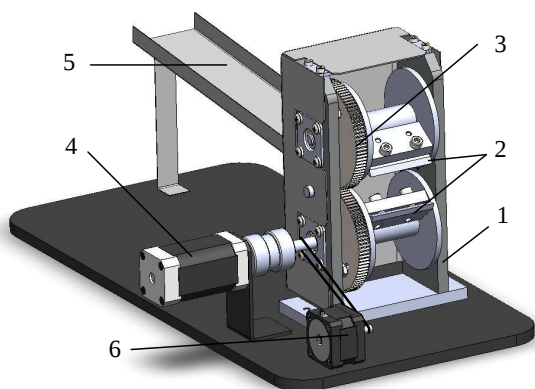
Kopsavilkums par 5. pārskata periodā veiktajām darbībām

Projekta Nr.	2010/0306/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/128
Projekta nosaukums	Mehanizācijas līdzekļu izstrāde enerģētisko augu kurināmā kondicionēšanai
Finansējuma saņēmējs	Latvijas Lauksaimniecības universitāte

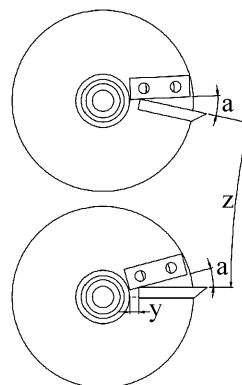
1. SMALCINĀŠANAS PROCESA TEORĒTISKĀ IZPĒTE

NIEDRU GARUMOŠANAS EKSPERIMENTU PLĀNS UN EKSPERIMENTU METODIKA

Niedru garumošanas eksperimenti tika veikti izmantojot iepriekš izstrādāto eksperimentālo stendu, kura uzbūve redzama 1. attēlā. Garumotājs sastāv no diviem rotoriem, kas savienoti ar zobratu piedziņu, Katram rotoram ir divi naži, kuru stāvoklis ir regulējams, skat. 2. un 3. att.

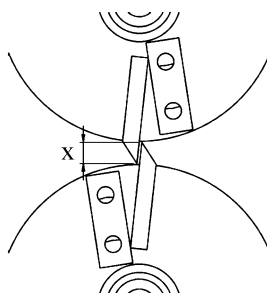


1. att. Dozatora-garumotāja uzbūve
1 – korpuss, 2 – asmeņi, 3 – zobrati, 4 – elektromotors, 5 – tekne, 6 – tahogenerators



2. att. Griezēja ģeometriskie parametri

Mērķis – noteikt niedru griešanas enerģiju atkarībā no asmeņu savstarpējā novietojuma un rotoru griešanās ātruma.



x (mm)	y (mm)	z (°)	a (°)
1.25	2	8.5	13
2.35	2.5	9.1	13.3
3.4	3	9.8	13.65
4.4	3.5	10.5	14
5.45	4	11.4	14.45
6.5	4.5	12.3	14.9

x – nažu pārsedze

y – plāksnīšu biezums

z – asmeņu savstarpējais leņķis

3. att. Nažu savstarpējais novietojums griešanas brīdī.

Nažu savstarpējais novietojums tika regulēts atbilstoši 3. attēlā redzamajai tabulai izmantojot regulēšanas skrūves un paplāksnes.

1. attēlā redzamais niedru dozators – garumotājs nodrošina niedru stiebru padevi un sagarināšanu vienādos 15 cm garos gabalos. Garumotāja rotoru piedziņa tika nodrošināta ar līdzstrāvas elektromotoru 4 (1. att.), kura barošanas spriegums bija 12 V. Elektromotors tika darbināts izmantojot tiristoru ātruma regulatoru, kas ļāva iestatīt nepieciešamo rotoru griešanās frekvenci.

Griešanas enerģijas noteikšanas eksperimenti tika veikti izmantojot dažādu niedru skaitu un rotoru griešanās frekvenci. Tika mainīta arī nažu asmeņu pārsedze griešanas brīdī. Dažādu eksperimenta režīma kombinācijas redzamas 1. tabulā.

Lai noteiktu īpatnējo griešanas enerģiju, niedru paraugi tika atlasīti ar vienādu diametru un nosvērti. Niedru mitrums eksperimentu laikā atbilda biomasas līdzsvara mitrumam apkārtējā vidē. Eksperimenta laikā telpā bija 22°C temperatūra un 60% gaisa relatīvais mitrums.

1. tabula

Eksperimentu plāns

Parauga Nr.	Nažu pārsēgums, mm	Rotācijas ātrums, s ⁻¹	Niedru skaits	Parauga Nr.	Nažu pārsēgums, mm	Rotācijas ātrums, s ⁻¹	Niedru skaits
1	1.3	24	3	7	3	31.4	3
2	1.3	24	5	8	3	31.4	5
3	1.3	31.4	3	9	5.2	24	3
4	1.3	31.4	5	10	5.2	24	5
5	3	24	3	11	5.2	31.4	3
6	3	24	5	12	5.2	31.4	5

Eksperimenti tika veikti ar trim nažu pārsēdzēm – 1. 3mm, 3 mm un 5.2 mm. Tika izmantoti divi rotācijas ātrumi. Katrā režīmā tika veikti vismaz 10 atkārtojumi, lai iegūtu pietiekošu mērījumu precizitāti.

Griešanas enerģijas enerģija tika noteikta izmērot griešanas jaudas izmaiņu cirtiena laikā. Jaudas mērīšanai izmantojām elektrodzinēja elektriskās jaudas noteikšanas metodi. Ņemot vērā to, ka stiebra griešana notiek ļoti īsā laika sprīdī, apmēram 200 – 300 milisekundēs, nepieciešams izmērīt elektromotora patērēto jaudu šajā laikā. Šim nolūkam tika izmantota strāvas – sprieguma metode. Patērēto jaudu P (vati) aprēķina pēc formulas:

$$P = U \cdot I, \quad (1)$$

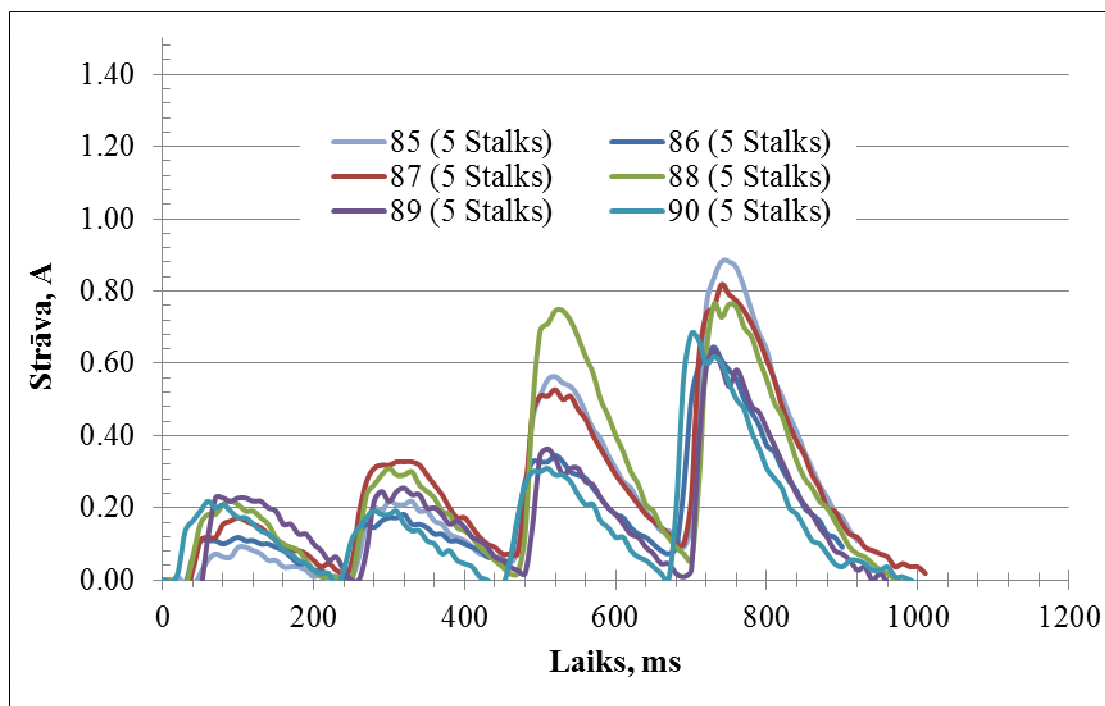
kur U – motora barošanas spriegums, V;

I – patērētā strāva, A.

Elektromotora barošanai tika izmantots sprieguma stabilizators. Motora patērētā jauda viennozīmīgi ir atkarīga no strāvas lieluma. Eksperimenta laikā tika reģistrēta motora patērētās strāvas izmaiņa un barošanas spriegums. Lai izslēgtu mērījumu kļūdu, ko rada iekārtas tukšgaitas jauda, tika noteikts motora barošanas strāvas patēriņš tukšgaitā darbinot iekārtu ar paredzētajiem rotācijas ātrumiem. Iegūtā tukšgaitas jauda tika atskaitīta no kopējā jaudas patēriņa ciršanas brīdī. Strāvas un sprieguma reģistrācija tika veikta izmantojot Picotech virtuālo osciloskopu. Patērētās strāvas izmaiņa redzama 4. attēlā.

Parauga garināšana tika sākota padodot niedres garinātājā ar augšējo, tievāko galu pa priekšu. No 4. attēla redzams, ka tievākiem stiebiem ir nepieciešama ievērojami mazāka ciršanas enerģija.

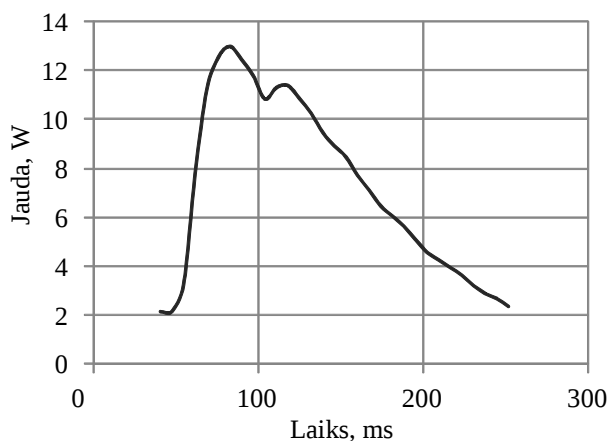
Izstrādātā metodika izmantota dozatora – garumotāja patērētās enerģijas noteikšanai niedru garumošanas eksperimentos.



4. att. Patērētās strāvas izmaiņa cirtieņu laikā

NIEDRU GARUMOŠANAS EKSPERIMENTA DATU ANALĪZE

Iegūtie eksperimenta dati tika apkopoti *Excel* tabulās un veikta to matemātiskā apstrāde. Izmantojot strāvas izmaiņas līknes, (skat. 4. att.) tika iegūtas viena cirtiena vidējās jaudas katram paraugam, 5. att.



5. att. Ciršanas jaudas izmaiņa atkarībā no laika

Šādas jaudas izmaiņas līknes tika aprēķinātas visiem paraugiem. Redzam, ka stiebru griešana notiek dažu milisekunžu laikā. Par to liecina jaudas izmaiņas līknes stāvā fronte. Turpmākajā nažu kustības laikā notiek masas pārvietošana caur griezēj mehānismu.

Enerģija, kas tika patērēta griešanas procesā, vienāda ar grafika zemlīknes laukumu. Viena cirtiena enerģija E_1 tika aprēķināta izmantojot grafisko integrēšanu pēc formulas 2:

$$E_1 = \left[\left(\frac{P_2 + P_1}{2} \right) \Delta t + \left(\frac{P_3 + P_2}{2} \right) \Delta t + \dots + \left(\frac{P_n + P_{n-1}}{2} \right) \Delta t \right] \quad (2)$$

kur E_1 – patērētā enerģija vienam cirtienam, J;
 P_1 – cirtiena jauda datu tabulas punktā 1, W;
 P_2 – cirtiena jauda datu tabulas punktā 2, W;
 P_n – cirtiena jauda datu tabulas punktā n, W;
 Δt – laika intervāls starp cirtieniem, ms.

Eksperimentam tika sagatavoti paraugi pa 3 un pa 5 niedru stiebriem. Šiem stiebriem tika nomērīts garums, diametrs un masa.

Specifiskā griešanas enerģija E_s tika aprēķināta pēc formulas 3:

$$E_s = \frac{E}{n_{st} \cdot n_{cut} \cdot m_s} \quad (3)$$

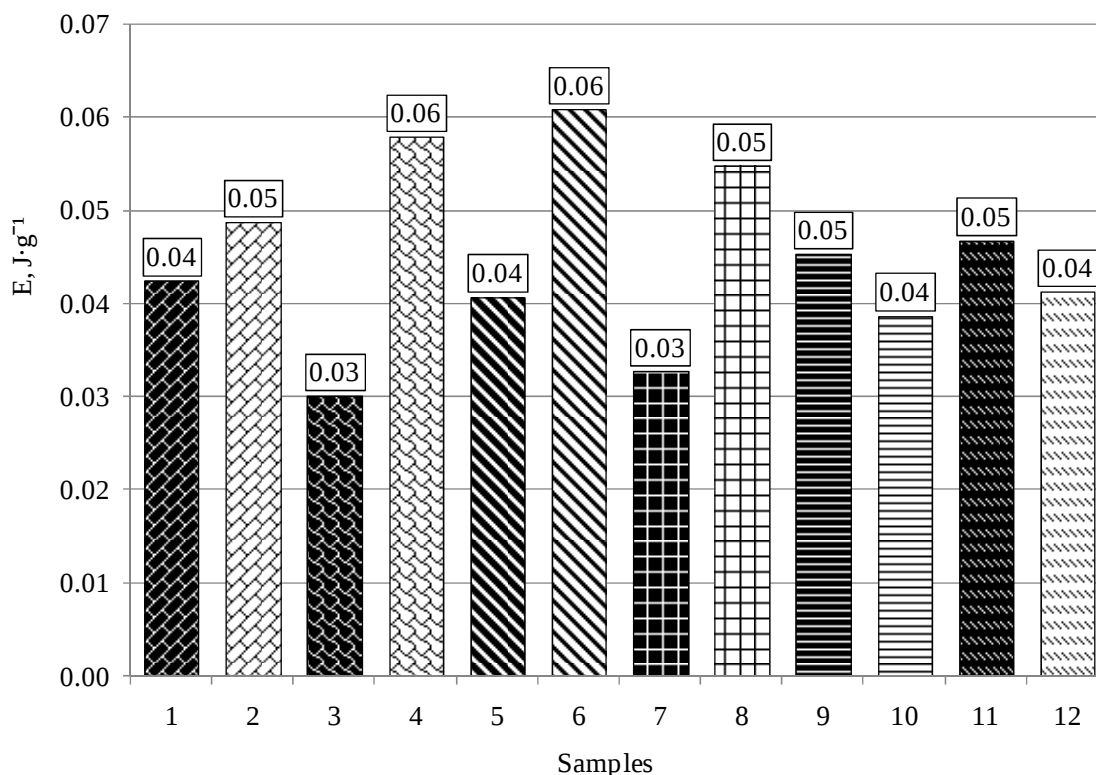
kur E_s – specifiskā griešanas enerģija, J·g⁻¹;
 n_{st} – niedru stiebru skaits;
 n_{cut} – cirtienu skaits
 m_s – stiebru masa, g.

Masa stiebriem tika aprēķināta pēc formulas 4:

$$m_s = \frac{m}{n_{st}} \quad (4)$$

kur m – stiebru paraugu kopējā masa, g;
 n_{st} – stiebru skaits paraugā.

Eksperimentos iegūtās īpatnējās griešanas enerģijas vērtības ir apkopotas grafikā, 6. att.



6. att. Īpatnējās griešanas enerģijas izmaiņa dažādiem garumotāja darbības režīmiem

2.tabula

Specifikācija 6. attēlam

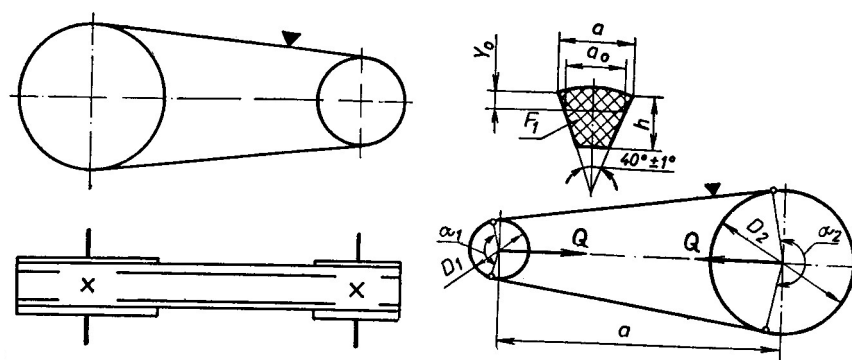
Parauga Nr.	Nažu pārsegums, mm	Rotācijas ātrums, s ⁻¹	Niedru skaits	Parauga Nr.	Nažu pārsegums, mm	Rotācijas ātrums, s ⁻¹	Niedru skaits
1	1.3	24	3	7	3	31.4	3
2	1.3	24	5	8	3	31.4	5
3	1.3	31.4	3	9	5.2	24	3
4	1.3	31.4	5	10	5.2	24	5
5	3	24	3	11	5.2	31.4	3
6	3	24	5	12	5.2	31.4	5

No 6. attēla varam secināt, ka īpatnējā griešanas enerģija paraugiem, kas veidoti no trim stiebriem ir mazāka nekā paraugiem no 5 stiebriem, ja nažu pārsegums nepārsniedz 3mm. Ja nažu pārsegums ir 5.2 mm, īpatnējā griešanas enerģija paraugiem no 5 stiebriem, ievērojami samazinās.

Īpatnējā enerģija izsaka 1 grama niedru ciršanas enerģiju. Zinot šo enerģiju var aprēķināt garumošanai nepieciešamo enerģiju nepieciešamajam masas daudzumam.

2. SMALCINĀTĀJA PROTOTIPA KONSTRUKCIJAS IZSTRĀDE

Smalcinātāja piedziņa tiks nodrošināta ar elektromotora palīdzību caur ķīļsiksas pārvadu. Ir elektromotors, kura jauda $P = 37 \text{ kW}$ un griešanās frekvence $n_m = 980 \text{ min}^{-1}$. Aprēķina metode balstās uz siksas vilkšanas spēju un ilgzturību. Ķīļsiksas pārvadā siksna pieskaras pie skriemeļa lokā izveidotās rievas ar slīpām sānu virsmām. Ķīļsiksas izgatavo no korda auduma kārtām vai savītām korda auklām, kas aptverta ar gumijas masu. Kordauklu ķīļsiksas pielieto atbildīgākiem pārvadiem un ja nepieciešami mazi pārvada gabarīti.



7. att. Ķīļsiksas pārvada kinemātiskā un aprēķina shēma

- 1) Izvēlas siksas šķēlumu atkarībā no pārvadāmās jaudas un aploces ātruma. Ja siksas ātrums nav zināms, to var pieņemt lielāku par 10 m/s . Ja ir piemēroti vairāki siksas šķēlumi, tad ieteicams izvēlēties mazāko, kam ir mazāki lieces spriegumi un lielāks siksas darbmūžs. Pēc elektromotora jaudas $P = 37 \text{ kW}$ no tabulas izvēlamies mazāko pieļaujamo ķīļsiksas profilu (Γ profils).
- 2) Nosakām skriemeļa diametrus. Minimālais skriemeļa diametrs ir atkarīgs no siksas šķēluma. Ja nav gabarītu ierobežojuma, tad ieteicams pieņemt lielāku standartizētu mazākā skriemeļa diametru. Tabulās dotais minimālais skriemeļa diametrs attiecīgā siksas B profilam ir 315 mm . Izvēlamies mazo ķīļsiksas skriemeli $D_1 = 315 \text{ mm}$. Lielā dzītā skriemeļa diametrs:

$$D_2 = D_1 u = 315 \cdot 1.81 = 570.15 \quad (1)$$

kur: D_1 – mazā skriemeļa diametrs, mm;
 D_2 – lielā skriemeļa diametrs, mm;
 u – pārnese skaitlis.

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{980}{540} = 1.81 \quad (2)$$

kur: n_1 – elektromotora apgriezieni (980), min^{-1} ,
 n_2 – smalcinātāja rotora apgriezieni (540), min^{-1} .

Izvēlamies lielo skriemeli ar diametru 560 mm .

3) Dzītās vārpstas faktiskais griešanās ātrums ievērtējot siksnas relatīvo slīdi pa skriemeli:

$$n_2 = (1 - \varepsilon) n_1 \frac{D_1}{D_2} = (1 - 0.02) 980 \frac{315}{560} = 540.25 \approx 540 \quad (3)$$

kur: ε – relatīvais slīdes koeficients, to parasti pieņem (kordauduma ķīlsiksnām $\varepsilon = 0.02$).

Nosakām faktisko pārneseuma skaitli:

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{980}{540} = 1.81 \quad (4)$$

4) Siksnas ātrums

$$v = \frac{\pi D_1 n_1}{60} = \frac{3.14 \cdot 0.315 \cdot 980}{60} = 16.15 \quad (5)$$

kur: v – siksnas ātrums, m s^{-1} .

Ātrumu salīdzina ar optimālo ($20 \dots 25 \text{ s}^{-1}$); ja iespējams (nav gabarītu ierobežojuma), palielina skriemeļu diametrus, lai iegūtu v_{opt} . Ja lielāks ātrums, siksnas izmēri ir mazāki. Tomēr ne vienmēr tas būs ekonomiski izdevīgi. Parasti noteicošais kritērijs, projektējot pārvadu ir tā minimāli gabarīti. Tāpēc nelielas jaudas un griešanās ātruma gadījumā nav lietderīgi palielināt skriemeļu diametrus, lai iegūtu optimālu ātrumu un mazu siksnas šķēlumu.

5) Aprēķina minimāli pieļaujamo asu atstatumu

$$a_{\min} = 0.55(D_1 + D_2) + h = 0.55(315 + 560) + 19 = 500.25 \quad (6)$$

kur: $a_{\min}$ – minimāli pieļaujamais asu atstatums, mm;

h – siksnas augstums, mm.

Ieteicamais asu atstatums atkarīgs no pārneseuma skaitļa un lielā skriemeļa diametra. Maksimālais asu atstatums, mm

$$a_{\max} = 2(D_1 + D_2) = 2(315 + 560) = 1750$$

Pieņemtajam asu atstatumam jānodrošina nosacījums

$$a_{\min} \leq a \leq a_{\max}$$

Konstruktīvu apsvērumu dēļ, pieņemam asu atstatumu $a = 770 \text{ mm}$

6) Siksnas garums (pa neitrālo kārtu), mm

$$L = 2a + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4a} = 2 \cdot 770 + \frac{3.14}{2}(315 + 560) + \frac{(560 - 315)^2}{4 \cdot 770} = 3071.7 \quad (7)$$

Siksnas aprēķina garumu noapaļo līdz standartizētam garumam, tas ir 3000 mm.

7) Pārbauda siksnu apskrējumu skaitu sekundē (siksnas ilgzturības kritērijs)

$$U = \frac{v}{L} \leq 10 \quad (s^{-1}) \quad (8)$$

$$U = \frac{16.15}{3} = 5.13 \leq 10$$

kur: v – siksnas ātrums, ms^{-1} ;
 L – siksnas garums, m.

8) Faktiskais asu atstatums

$$a = \frac{2L - \pi(D_1 + D_2) + \sqrt{[2L - \pi(D_1 + D_2)]^2 - 8(D_2 - D_1)^2}}{8} \quad (9)$$

$$a = \frac{2 \cdot 3000 - 3.14(315 + 560) + \sqrt{[2 \cdot 3000 - 3.14(315 + 560)]^2 - 8(560 - 315)^2}}{8} = 803 \text{ mm}$$

Lai būtu iespējams uzlikt siksnu un to spriegot, kompensējot siksnas pagarināšanos darba procesā, tad jāparedz asu atstatuma samazināšanas iespēja par lielumu 0.015L (45 mm) un palielināšanas iespēja par 0.03L (90mm).

9) Aptveres leņķis

$$\alpha_1 = 180^\circ - \frac{D_2 - D_1}{a} 60^\circ \geq 120^\circ \quad (10)$$

$$\alpha_1 = 180^\circ - \frac{560 - 315}{803} 60^\circ = 161.7^\circ \geq 120^\circ$$

10) Aploces spēks, N

$$T = \frac{P}{v} = \frac{37000}{16.15} = 2291.02 \quad (11)$$

kur: P – pārvadāmā jauda, W;
 v – siksnas ātrums, ms^{-1} .

11) Nosakām koeficientus:

$$\begin{aligned} \text{aptveres leņķim } k_1 &- 0.95 \\ \text{ātrumam } k_2 &= 1.05 - 0.0005v^2 = 1.05 - 0.0005 \cdot 16.15^2 = 0.914 \\ \text{darba režīmam } k_3 &- 0.92 \end{aligned}$$

12) Izvēlas siksnas priekšspriegumu σ_0 un pieļaujamo lietderīgo spriegumu k_0 optimālam pārvadam

$$\begin{aligned} \sigma_0 &= 1.4 \text{ N mm}^2; \\ k_0 &= 1.64 \end{aligned}$$

Vispārīgās nozīmes pārvadiem ar normāla šķēluma ķīmiskā korda ķīļsiksniem $\sigma_0 = 1.4 \text{ N mm}^2$; lieliem skriemeļu diametriem un reti strādājošiem pārvadiem $\sigma_0 = 1.4 - 1.6 \text{ N mm}^2$; ja

nepieciešams lielāks kalpošanas ilgums, σ_0 samazina līdz 1.2 N mm^2 . Šaurajām siksnām $\sigma_0 = 3 - 3.5 \text{ N mm}^2$.

13) Pieļaujamais lietderīgais spriegums reālam pārvadam

$$[k] = k_0 k_1 k_2 k_3 = 1.64 \cdot 0.95 \cdot 0.914 \cdot 0.92 = 1.31 \quad (12)$$

14) Pārvada siksnu skaits

$$z = \frac{T}{[k]F_1} = \frac{2291.02}{1.31 \cdot 476} = 3.67 \approx 4 \quad (13)$$

kur: F_1 – vienas ķīļsiksas šķērsriezuma laukums, mm^2 .

Nosaka spēkus siksnas pārvadā, pieņemot, ka sākotnējā spriegojuma spriegums $\sigma_0 = 1.6 \text{ Nmm}^{-2}$.

15) Katra siksnas zara sākotnējais spriegojums, N

$$S_0 = \sigma_0 F = 1.6 \cdot 476 = 761.6 \quad (14)$$

16) Dzenošā siksnas zara darba spriegojums, N

$$S_1 = S_0 + \frac{T}{2z} = 761.6 + \frac{2291.02}{2 \cdot 4} = 1048 \quad (15)$$

17) Dzītā siksnas zara darba spriegojums, N

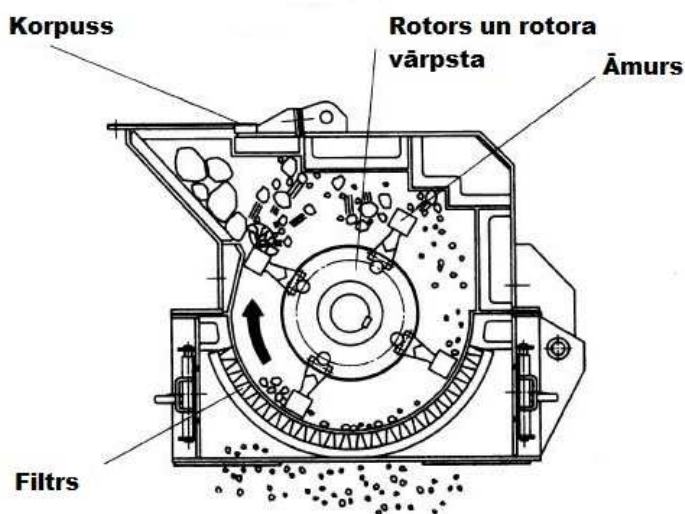
$$S_2 = S_0 - \frac{T}{2z} = 761.6 - \frac{2291.02}{2 \cdot 4} = 475.22 \quad (16)$$

18) Vārpstu noslodze darba gaitā, N

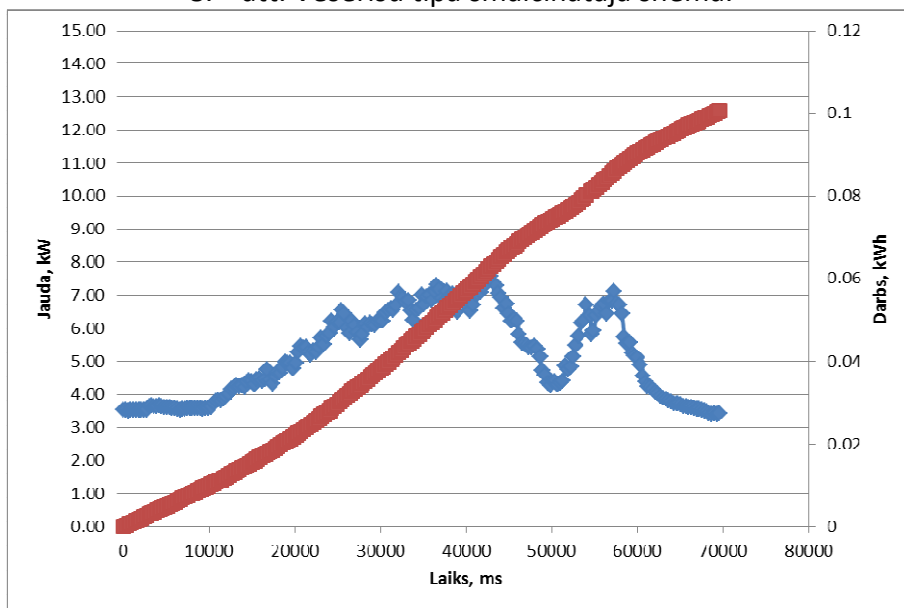
$$Q = 2S_0 z \sin \frac{\alpha_1}{2} = 2 \cdot 761.6 \cdot 4 \sin \frac{161.7}{2} = 6015.3 \quad (17)$$

3. SMALCINĀTĀJA PROTOTIPA EKSPERIMENTĀLIE PĒTĪJUMI: SMALCINĀŠANAI NEPIECIEŠAMĀS JAUDAS NOTEIKŠANA, ĪPATNĒJAIS ENERĢIJAS PATĒRIŅŠ ATKARĪBĀ NO SMALCINĀTĀJA KONSTRUKCIJAS UN GRIEZĒJASMEŅU VEIDA, ROTĒJOŠO DAĻU DINAMISKĀS LĪDZSVAROŠANAS EKSPERIMENTI, UTT.

Eksperiments tika veikts ar biomasas smalcināšanas mezglu, kura darbības shēma parādīta 8. attēlā. Smalcināšanas procesā niedres tika sasmalcinātas ar veserīšu tipa nažiem. Eksperimentā tika mērīta momentānā jauda, paveiktais darbs, patērētā elektroenerģija noteiktā laika posmā. Lai noteiktu smalcināšanas parametrus atkarībā no sieta acu izmēra, tika veikti eksperimenti ar dažādiem sieta acs izmēriem 20, 15, 12, 10, 6 mm.



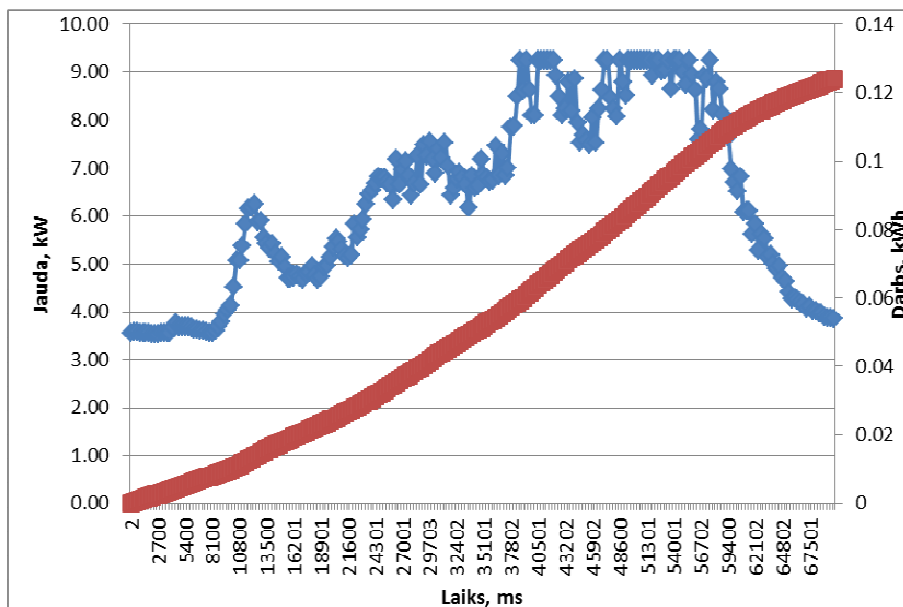
8. att. Veserīšu tipa smalcinātāja shēma.



9. att. Jaudas un darba raksturlīknes ar sieta acs izmēru 20 mm.

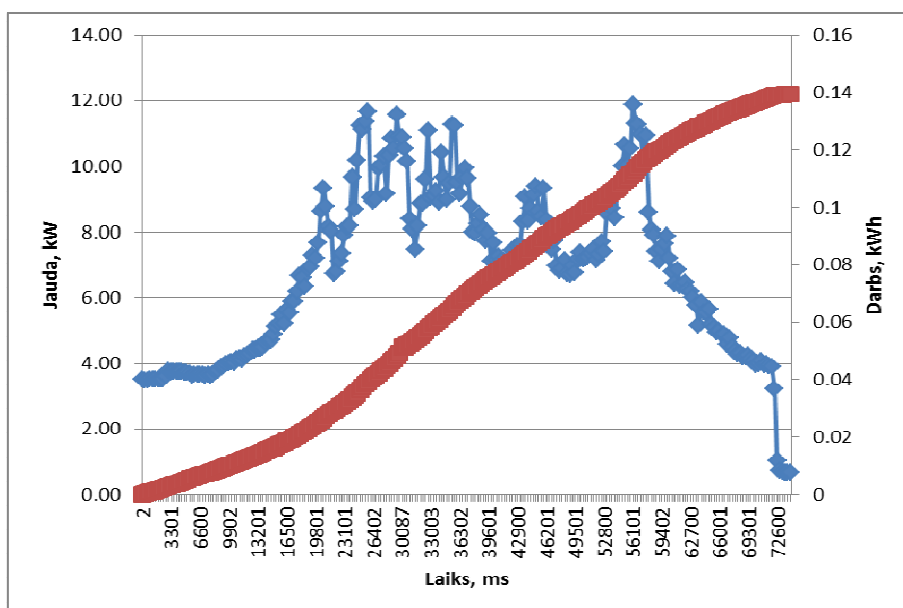
Grafikā (9. att.) redzams, ka 10 kilogramus niedru biomasas sasmalcina 70000 milisekundēs, padarot 0,1 kWh lielu darbu. Maksimālo momentāno jaudu smalcināšanas iekārta attīsta pie 42 301 milisekundēm un attīsta 7,4 kW.

Grafikā (10. att.) redzams, ka pie 69 902 milisekundēm smalcināšanas iekārta izdara 0,12 kWh lielu darbu sasmalcinot 10 kilogramus niedru biomasas. Maksimālo momentāno jaudu iekārta attīsta pie 38 402 milisekundēm, un attīstītā jauda sasniedz 9,25 kW.



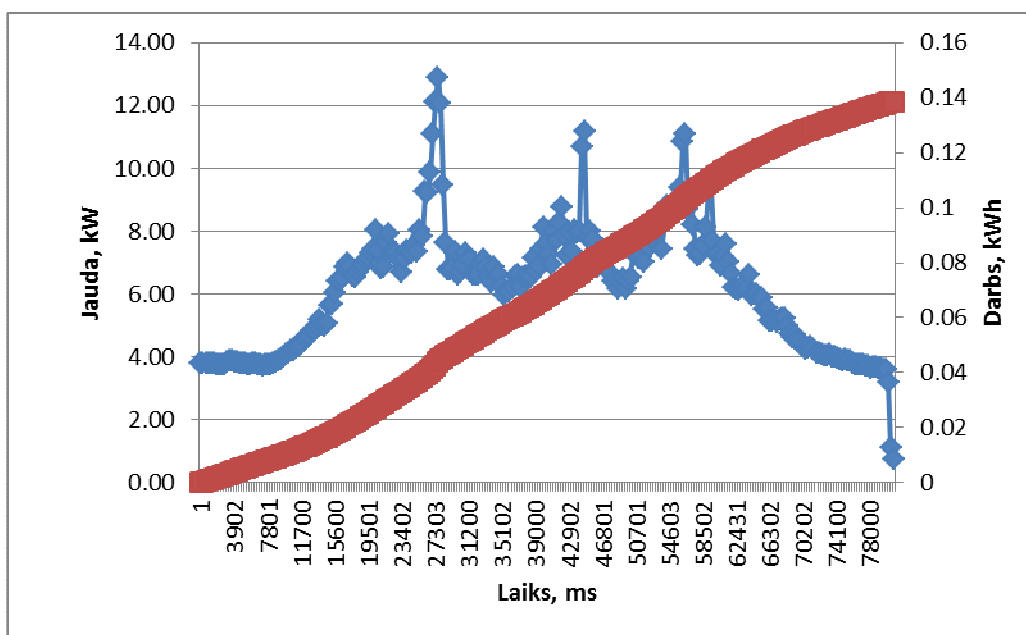
10. att. Jaudas un darba raksturlīknes ar sieta acs izmēru 15 mm.

Grafikā (11. att.) redzams, ka sasmalcinot 10 kilogramus niedru biomasas, smalcināšanas iekārta attīsta maksimālo momentāno jaudu pie 56 101 milisekundēm un tā ir 11,88 kW. Iekārta sasmalcinot noteikto daudzumu biomasas, izdara 0,139 kWh lielu darbu.



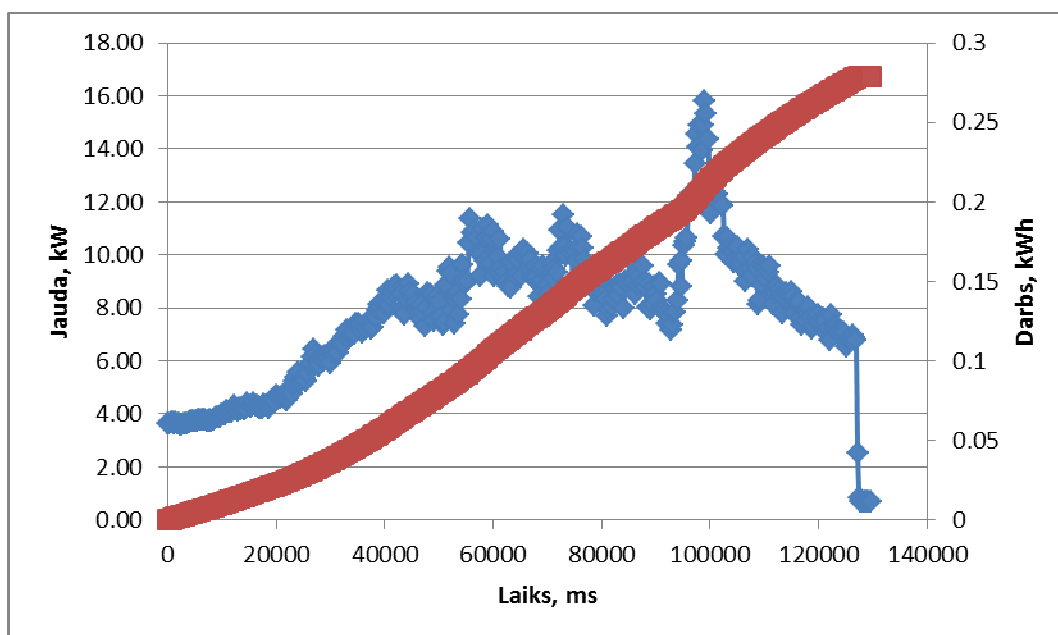
11. att. Jaudas un darba raksturlīknes ar sieta acs izmēru 12 mm.

Kā redzams grafikā (12. att.), tad sasmalcinot biomasas noteikto daudzumu, kas ir 10 kg, smalcināšanas iekārta maksimālo momentāno jaudu attīsta pie 27 600 milisekundēm un tā ir 12,89 kW. Iekārtas padarītais darbs sasmalcinot biomasu ir 0,138 kWh



12. att. Jaudas un darba raksturlīknes ar sieta acs izmēru 10 mm

Grafikā redzams (13. att.), ka maksimālo momentāno jaudu iekārta attīsta pie 99 000 milisekundēm un tās vērtība ir 15,82 kW. Darbu iekārta izdara sasmalcinot biomasu 0,278 kWh. Pētot visus iegūtos grafikus nonākam pie secinājuma, ka lai sasmalcinātu smalkākas niedru biomasas frakcijas ir nepieciešams ilgāks laika periods.



13. att. Jaudas un darba raksturlīknes ar sieta acs izmēru 6 mm

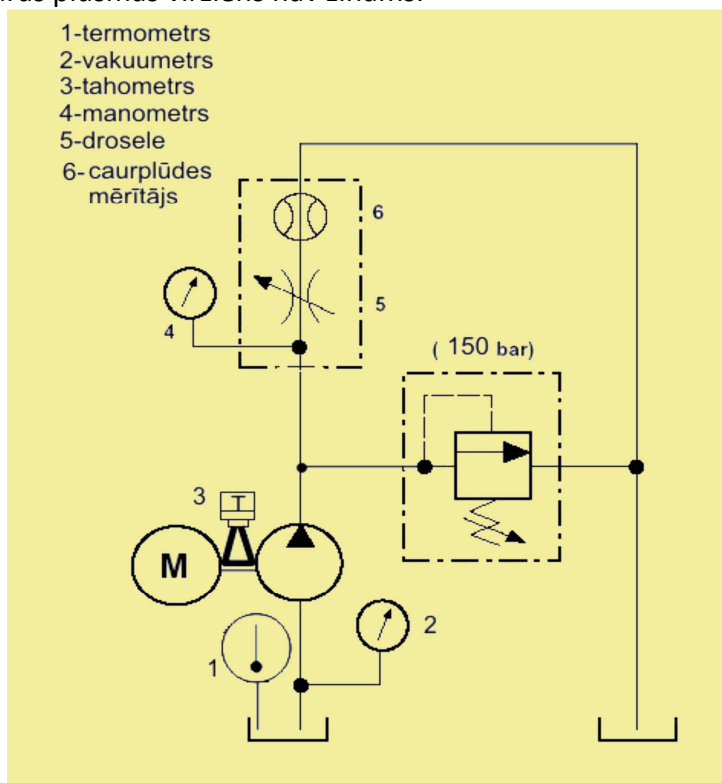
4. HIDRAULISKĀS PIEDZIŅAS EKSPERIMENTĀLIE PĒTĪJUMI.

HIDRAULISKĀS PIEDZIŅAS EKSPERIMENTĀLO PĒTĪJUMU SAGATAVOŠANA

Hidraulisko piedziņu paredzēts izmantot enerģētisko augu smalcinātāju un kompaktētāju prototipiem. Tai jānodrošina sekmīga šo iekārtu darbība, kā arī iespēja veikt šīs darbības izpēti pie dažādiem režīmiem. Pārsvarā izpēte ir jāveic piedziņas stacionāras darbības procesiem, kuru novērtēšanai mērījumi ir realizējami ar diagnostikas iekārtām. Atsevišķos pētījumos, lai novērtētu hidrauliskās sistēmas darba mūžu ir nepieciešami ātru pārejas procesu spiediena mērījumi, kuros nepieciešama atbilstoši ātrdarbīga aparatūra.

Diagnosticēšanas iekārtu lietošana

Hidrosistēmu diagnostika lietojot hidrauliskos testerus (diagnostikas iekārtas) ļauj iegūt mērījuma datus par hidraulisko sistēmu. Diagnostikas iekārtai vai testerim ir nepieciešamas sastāvdaļas, kas parādītas 14. attēlā. Testerus parasti var lietot spiediena un caurplūdes mērīšanai abos virzienos. Šī īpašība ļoti atvieglo hidrocilindru, hidromotoru un hidrostatisko transmisiju testēšanu. Tā arī samazina nepareizas pievienošanas risku maz pazīstamām hidrosistēmām, kurās plūsmas virziens nav zināms.



14. att. Diagnostikas iekārtas pieslēgums

Visi pārbaudes testi jāizdara pie normālas darba temperatūras hidrosistēmā, jo pieaugot temperatūrai eļļas viskozitāte samazinās un noplūdes pieaug.



15. att. Ātrais savienotājs testēšanai

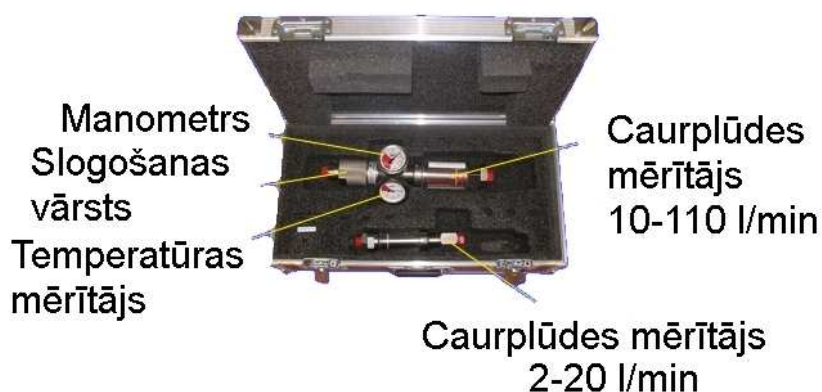
Hidrosistēmas eļļas maksimālā temperatūra ir rekomendējama mazāka par 70°, lai novērstu eļļas sadalīšanos un blīvējumu novecošanu.

Pirms hidrosistēmas testēšanas ikreiz jāveic tās apskate. Jāpārbauda eļļas līmenis un pieplūde, sūkņa griešanās, filtri, cauruļvadi, hidrocilindru virzuļu kāti un iespējamās noplūdes. Apskati veic pirms diagnostikas testera vai iekārtas pievienošanas. Testēšanas ātrums krasi palielinās, ja lieto ātros cauruļvadu savienotājus. Speciāli ātrie savienotāji testēšanai ļauj dažās sekundēs pievienot manometru vai testeru hidrosistēmai, kura darbojas. Uzstādīt šādus ātros savienotājus pa visu hidraulisko sistēmu lai varētu tos lietot sistēmas apkopēs un kļūmju meklēšanai. Šie ne pārāk dārgie ātrie savienotāji ir drošākais, tīrākais un parocīgākais veids kā pieslēgties hidrosistēmai mērījumu izdarīšanai. Lietojot tos netiek izlaistīts darba šķidrums, hidrosistēmā neiekļūst gaiss vai netīrumi. Manometrus spiediena mērīšanai var ērti pievienot ar roku, bez jebkādiem rīkiem.

Savienotājus iemontē jau eksistējošās hidrolīnijās lai ātri un ekonomiski veiktu spiediena, temperatūras un caurplūdes mērījumus. Šī sistēma ir droša pret noplūdēm, tāpēc tā nepiesārņo apkārtējo vidi ar eļļas produktiem. Pēc mērījumu izdarīšanas savienotāji paliek cauruļvadu sistēmā nākamai lietošanai.

Modernus diagnostikas iekārtu komplektus var redzēt 16. un 17. attēlā.

Hidrauliskais testeris



16. att. Hidrauliskā testera sastāvdaļas

Hidrauliskais testeris 16. att. ir ērti pielietojams, jo tam nav nepieciešams barošanas avots. Spiediena nolasījumus veic ar manometru, bet spiediena radīšanai hidrolīnijā izmanto slogošanas vārstu. Caurplūdes mērīšanai ir divi mērītāji – $2 - 20 \text{ l min}^{-1}$ un $10 - 110 \text{ l min}^{-1}$ diapazonam.

Diagnosticas komplekts ar digitālu izeju ServiceMaster ļauj iegūt precīzākus mērījumus. Displejā attēlojas spiediena, caurplūdes un temperatūras vērtības, ko tam nosūta atbilstošie sensori, bet slogošanas vārstu izmanto spiediena radīšanai hidrolīnijā.

Diagnosticas komplekts ServiceMaster



17. att. Diagnosticas komplekts ar digitālu izeju

PARAMETRU DIAGNOSTICĒŠANA HIDROSISTĒMĀ

1. Tests – Sūkņa līnija (18. att.)

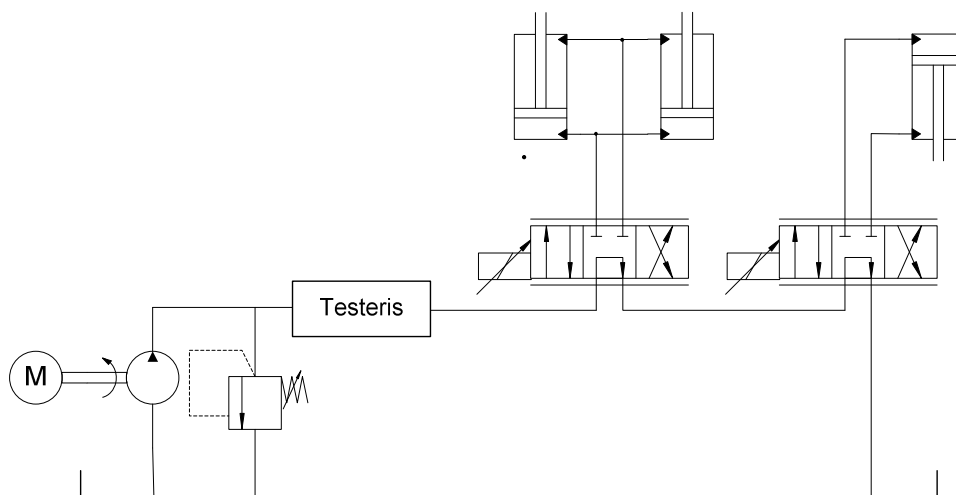
1.1. Pievieno testeru starp sūkņa izejas un sadalītāja ieejas kanāliem

1.2. Atver testera **slogošanas vārstu**, lai noteiktu sūkņa maksimālo ražīgumu pie minimālā spiediena.

1.3. Lēni aizver **slogošanas vārstu**, lai paaugstinātu spiedienu un novērotu kā samazinās sūkņa ražīgums slogojot līdz maksimālajam spiedienam. Pēc mērījuma rezultātiem novērtē sūkņa derīgumu.

Sūkņa ražīgums pie maksimālā spiediena var tikt salīdzināts ar ražotāja instrukcijas datiem. Ražīguma samazināšanās spiedienam izmainoties no minimālā līdz maksimālajam nosaka sūkņa derīgumu. Ražīguma samazināšanās nolietotam vai bojātam sūknim parasti ir 20 – 30 procenti. Ja sūknim ir mazs ražīgums gan pie minimālā gan maksimālā spiediena, tas liecina par traucējumiem (kavitāciju) iesūcējlinijā. Aizsērējis iesūcējlinijas filtrs vai citu iemeslu izraisīta sūkņa kavitācija var tikt konstatēti arī pēc sūkņa ražīguma vērtībām pie dažāda piedziņas ātruma.

1.4. Šī testa metode var tikt pielietota arī citos hidrauliskās shēmas punktos, darbinot mašīnu normālos darba apstākļos un veicot sūkņa, sadalītāja, hidrauliskā cilindra un motora darbības novērtējumu.



18. att. 1. Testa shēma

2.1. Tests – “T” tests (19. att.)

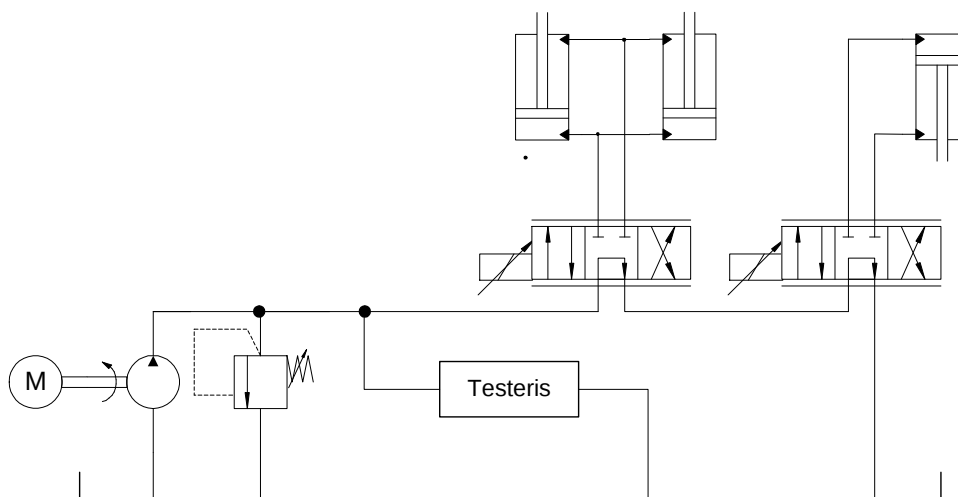
2.1.1. “T” savienojumu instalē hidrolīnijā starp sūkni un sadalītāju un pievieno Testera ieplūdes kanālam. Testera atplūdes līniju pievieno rezervuāram. Pārlicinas par to, ka sloģošanas vārsts ir atvērts.

2.1.2. Sūkņa tests. Atvieno ātro savienojumu ar sadalītāju (atvienots savienojums ir noslēgts) un rīkojas kā iepriekšējā testā punktos a, b un c.

2.2. Tests – Visas sistēmas un drošības vārsta tests (19. att.) (Drošības vārstam kopā ar sadalītāju).

2.2.1. Pievieno sadalītāju “T” savienojumam. Ieslēdz sadalītāju, lai hidrocilindra virzuļa kāts izbīdās līdz galam.

2.2.2. Aizver testera sloģošanas vārstu, sekojot manometra un caurplūdes mērītāju rādījumiem. Spiediens pieaugs, kamēr atvērsies drošības vārsts, tad testera caurplūdes mērītāja rādījums būs Nulle. Atzīmē spiediena vērtību šajā punktā. Ieregulējiet drošības vārstu, ja spiediens ir zemāks par rekomendēto vērtību instrukcijā. Tā ir bieža parādība, ka drošības vārsts atveras pie zemāka spiediena radot ievērojamas noplūdes un zudumus mašīnas darbībā. Drošības vārsta atvēršanās spiedienu nosaka lēni palielinot spiedienu un ievērojot to vērtību, pie kuras caurplūde kļūst Nulle. Šī spiediena vērtība atbilst drošības vārsta regulējumam.



19. att. 2. Testa – “T” testa shēma

2.3. Tests – Sadalītāja un hidrocilindra “T” tests

2.3.1. Ieslēdz sadalītāju darba pozīcijā (ja ir daudzsekciju sadalītājs, tikai vienu sekciju ieslēdz darba pozīcijā). Hidrocilindrs tad izbīdīs virzuļa kātu līdz gājiena galam.

2.3.2. Aizver testera slogošanas vārstu, vienlaicīgi sekojot spiediena un caurplūdes izmaiņām.

Atkārtoti 2.3.2. visu sekciju un visu sadalītāju darba pozīcijām.

2.3.3.1. Ja visu sastāvdaļu darbība (kondīcija) ir normāla, tad spiediena un caurplūdes rādījumi neatšķirsies no vērtībām, kas fiksētas sūkņa 1.testā.

2.3.3.2. Ja kādā sadalītāja sekcijas darba pozīcijā fiksē caurplūdes atšķirību – tas liecina par noplūdi šajā sadalītāja sekcijā vai tai pieslēgtajā hidrocilindrā.

Kļūmes precīzu noteikšanu skatiet paragrāfā 2.4..

2.3.3.3. Ja sadalītāja visām sekcijām fiksē vienu un to pašu caurplūdes samazinājumu – tas liecina par drošības vārsta kļūmīgu darbību (IEVĒROJIET: tas var būt arī liecība par kādām citām noplūdēm sadalītājā, bet vienmēr **pirmo pārbaudiet drošības vārstu**)

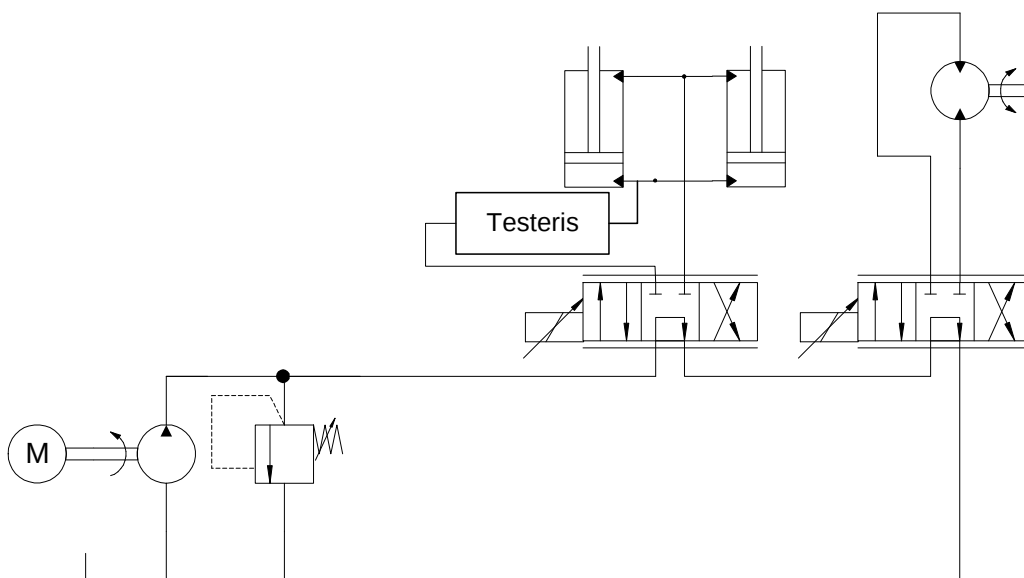
2.4. Papildus tests kļūmes noteikšanā sadalītāja sekcijā, kurai pieslēgts hidrocilindrs (skat. paragrāfu ii)

2.4.1. Ieslēdz sadalītāja sekciju, kurai konstatēts atbilstošais vislielākais caurplūdes samazinājums caur testerī.

2.4.2. Aizverot slogošanas vārstu, vienlaicīgi seko spiediena un caurplūdes izmaiņām.

2.4.3. Ja ir tas pats caurplūdes samazinājums caur testerī kā iepriekšējā testā (skat. paragrāfs 2.3.3.2.) arī pēc drošības vārsta pārbaudes, vaina var būt sadalītāja sekcijā. Taču, ja caurplūdes samazinājums nav tik liels, kā citām sekcijām – tas liecina par noplūdēm hidrocilindrā.

3.01. Tests – tests sadalītāja hidrolīnijā (20. att.)



20. att. 3. testa shēma

Lai noskaidrotu tāda drošības vārsta iestatījumu, kurš iebūvēts sadalītājā pieslēdz testeru hidrocilindra hidrolīnijā (20. att.), nodrošinot to, ka sloģošanas vārsts ir atvērts (pagriež pretēji pulksteņrādītāja virzienam). Iedarbina sūkni un ieslēdz to sadalītāja sekciju, kurai ir pieslēgts testeris uz kravas pacelšanu. Lēnām aizver sloģošanas vārstu (pulksteņrādītāja virzienā) vienlaicīgi sekojot spiediena un caurplūdes izmaiņā, kamēr sloģošanas vārsts ir galīgi aizvērts. Nolasītā maksimālā spiediena vērtība būs drošības vārstam iestatītais spiediens. Salīdzina to ar ražotāja rekomendācijām. Izmaina drošības vārsta iestatījumu, ja tas ir nepieciešams. Ja lietošanā ir divvirzienu plūsmas testeris – pārbauda hidrocilindra ieslēgšanu pretējā virzienā (kāta izbīdīšanās).

3.02 Tests – sadalītāja noplūdes tests

Ar testera pieslēgumu, atbilstoši 3.01 atkārtu testu un salīdzina caurplūdes nolasījumu ar sūkni noteikto ražīgumu (1.3. tests). Starpība nolasījumos liecina par noplūdēm sadalītājā. Atkārtu šo testu citām sadalītāja sekcijām un nosaka noplūdes tajās. Ja nepieciešams nomaina sekcijas, vai visu sadalītāju.

3.1. tests – hidrocilindra tests (20. att.)

Ja hidrocilindrs darbojas ļoti lēni, vai arī kustas ļoti lēni slodzes iespaidā – jāveic tests hidrocilindra blīvslēgu pārbaudei. Ieslēdz testeru hidrolīnijā atbilstoši 20.att.. Ieslēdz hidrocilindru uz slodzes pacelšanu. Veic caurplūdes un spiediena nolasījumus un fiksē arī virzuļa kāta pilnas izbīdīšanās laiku. Salīdzina visus nolasījumus ar ražotāja instrukcijā uzrādītajām vērtībām. Ja caurplūde ir pareiza, bet hidrocilindra izbīdīšanās laiks ir neatbilstoši liels – tā ir zīme par bojātiem blīvējumiem hidrocilindrā. Ja caurplūde ir mazāka par instrukcijā norādīto – jāpārbauda sadalītājs (3.01 tests).

Divvirzienu testeriem:

Pārbauda hidrocilindra darbību pretējā virzienā atbilstoši ieslēdzot sadalītāju.

Vienvirzienu testeriem:

Lai pārbaudītu hidrocilindra darbību pretējā virzienā pieslēdz testeru hidrocilindra otrā hidrolīnijā un atkārtu testu 3.1.

3.2. tests - hidromotora tests

3.2.1. Hidromotora darbību testē, mērot tam pievadīto eļļas plūsmu un novērtējot izmērīto motora griešanās ātrumu. Ieslēdz testeru hidrolinijā pirms hidromotora. Pilnīgi atver slogošanas vārstu un ieslēdz sadalītāju tā, lai hidromotors grieztos pareizā virzienā. Ļauj motoram griezties normālā slogojumā. Nolasa spiediena un caurplūdes rādījumus. Ja plūsma ir mazāka par sūkņa testā (1. tests) iegūto vērtību – jāpārbauda sadalītāja darbība. **IEVĒROJĒT:** hidromotoru drīkst griezt pretējā virzienā, tikai ja tas ir reversīvs hidromotors (atbilstoši ražotāja instrukcijai).

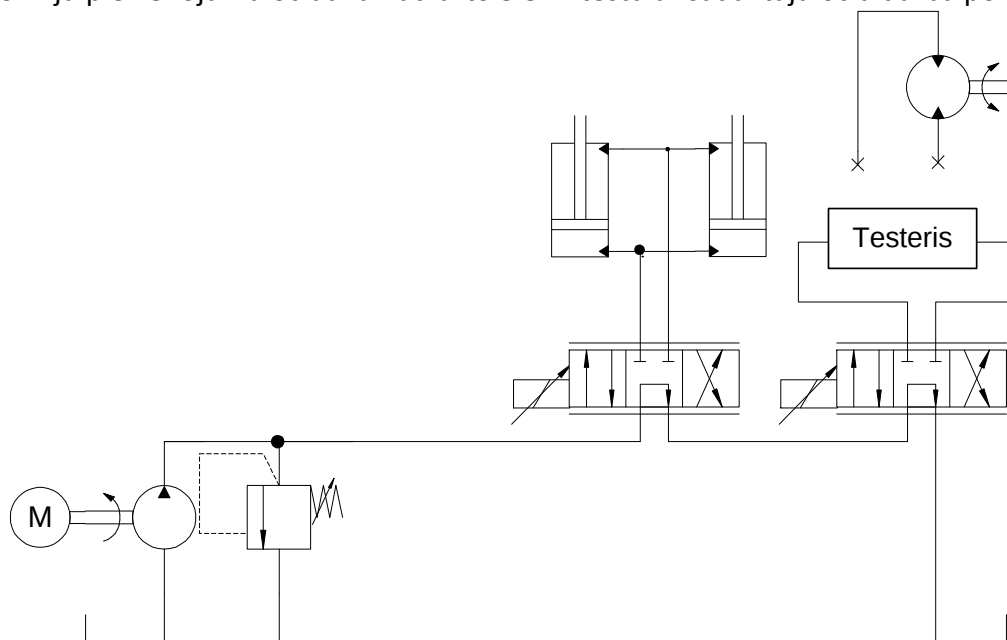
Hidromotora noplūdes

3.2.2. Izmēra ar tahometru hidromotora rotācijas ātrumu tam darbojoties pie normāla spiediena. Ja hidromotora rotācijas ātrums ir mazs, bet pienākošā plūsma atbilst instrukcijai – tā ir zīme par noplūdēm hidromotorā. Salīdzina mērījumus ar hidromotora pases datiem un nomainiet to, ja nepieciešams.

3.2.3. Ja hidromotors ir reversīvs, pārslēdz tā rotāciju pretējā virzienā un atkārto testus 3.2.1. un 3.2.2.

3.3. Tests- alternatīvs hidrocilindra un hidromotora tests (21. att.)

3.3.1. Gan hidromotors, gan hidrocilindrs var tikt testēti kā parādīts 21. att. Atvieno abas hidrolinijas no hidromotora un sadalītājam pievieno pie tām testeru. Pilnībā atver slogošanas vārstu, iedarbina sūkni un ieslēdz sadalītāju tā lai plūsma ienāktu testera ieplūdes kanālā. Lēnām aizveic slogošanas vārstu griežot to pulksteņrādītāja virzienā un vēro caurplūdes un spiediena vērtības. Ja caurplūde ir mazāka par ražotāja uzrādītiem datiem vai arī sūkņa 1. testā noteiktajām vērtībām – jāpārbauda sadalītāja darbība (3.0. tests). Ja caurplūde ir pareiza, bet hidromotors vai hidrocilindrs darbojies lēni, tad tie attiecīgi ir bojāti. Lietojot divvirzienu testeru reversē plūsmu caur testeru un pārbauda sadalītāju otrā ieslēgtā stāvoklī visā spiediena diapazonā. Ja testeris paredzēts plūsmai tikai vienā virzienā, samaina tam hidroliniju pievienojumu otrādi un atkārto 3.3.1. testu ar sadalītāju otrā darba pozīcijā.



21. att. Alternatīva testa shēma

Drošībai ir jābūt galvenajam noteikumam veicot mašīnas diagnostiku!

Pirms aiztieciat hidraulisko sistēmu, esiet drošs, ka visas kustīgās daļas ir piezemētas un mehāniski fiksētas.

Nekad nepaļaujieties, ka kāds vārsts būs kravas vai smagu mašīnas sastāvdaļu noturētājs.

Atbrīvojiet hidraulisko sistēmu no spiediena, pirms darbojaties ar to.

Izolējiet elektrisko vadību un piedziņu tos atslēdzot. Jāizvieto pie ieslēgšanas slēdžiem paziņojums, ka notiek diagnostika.

Piedziņas un elektropievada atslēgšana, veicot hidrosistēmas elementu nomaiņu vai demontāžu bieži izglābj personāla dzīvību.

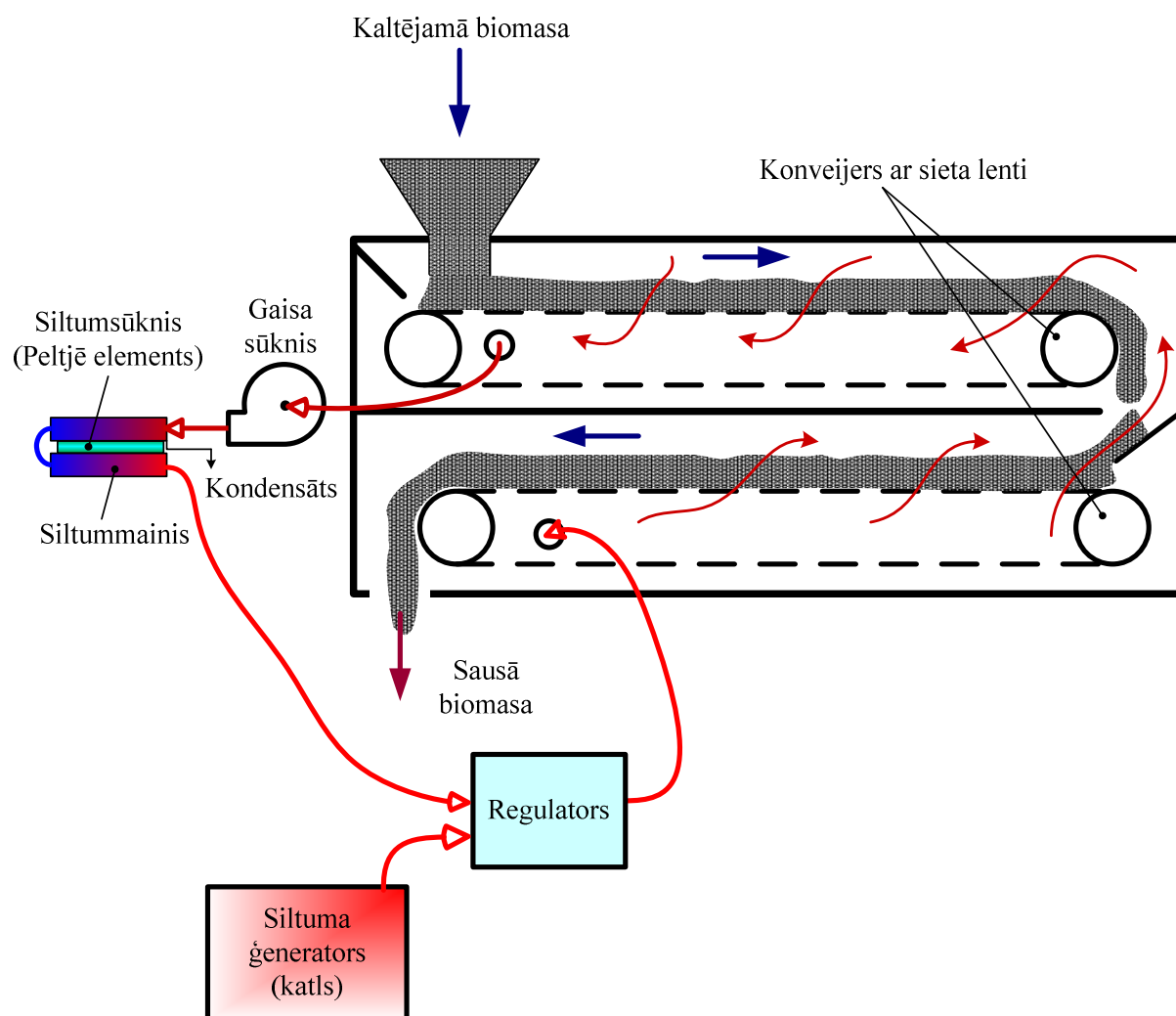
5. KALTĒŠANAS PROCESA TEORĒTISKĀ IZPĒTE

KALTES PROTOTIPA KONCEPCIJA

Kvalitatīvu biomasas briekšu un granulu ražošanā viens no energoietilpīgākajiem procesiem ir kaltēšana. Lai samazinātu kaltēšanai nepieciešamo enerģijas patēriņu, jāoptimizē kaltēšanas process. Šajā nolūkā tika analizēti faktori, kas nosaka siltuma enerģijas patēriņu katrā kaltēšanas fāzē.

Iepriekš tika veikta literatūras un patentu izpēte, kuras rezultātā tika izveidots kaltes prototipa darbības princips kaltei ar mazu enerģijas patēriņu.

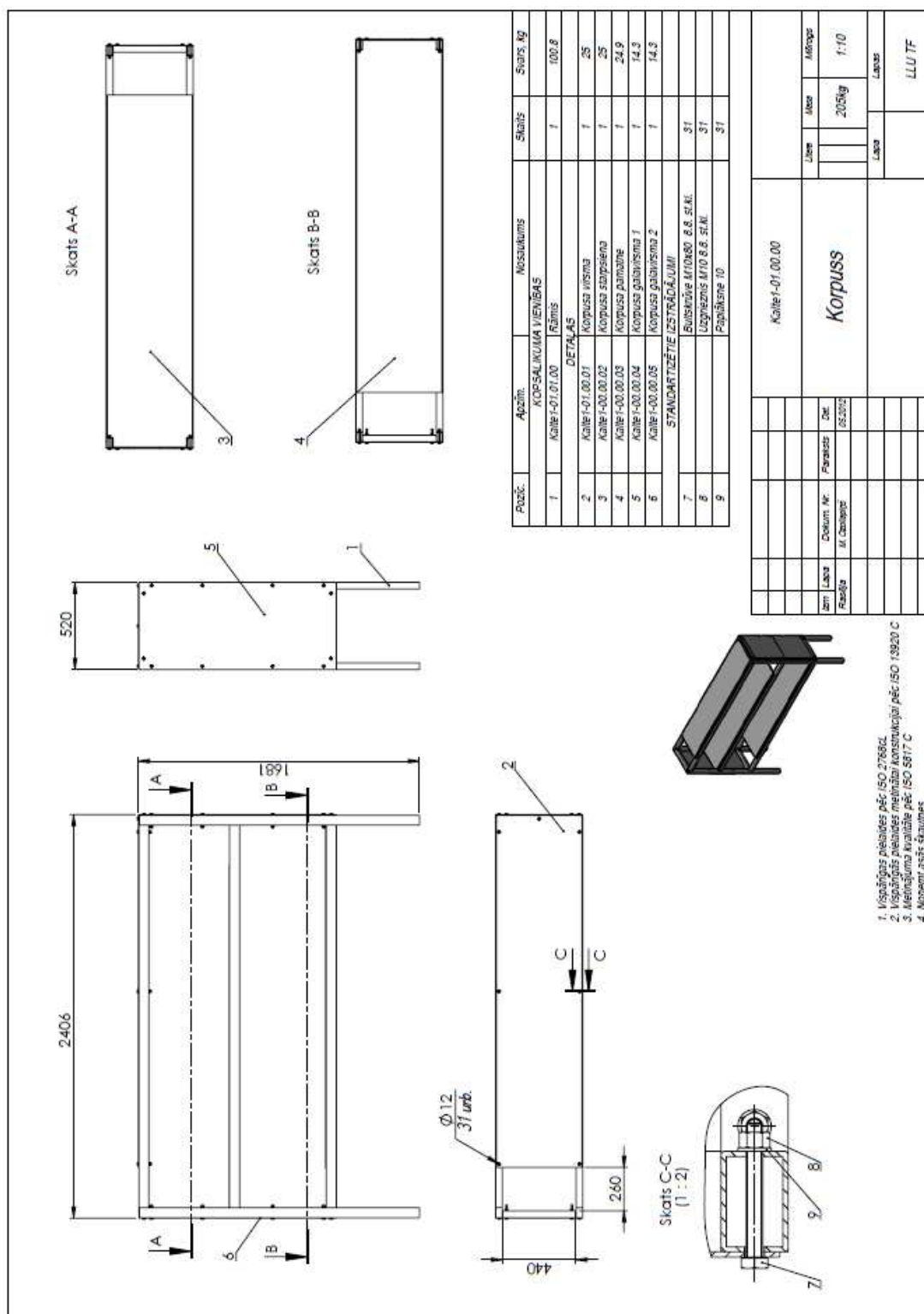
Kalte tiks veidota kā konveijera tipa kalte ar kaltēšanas aģenta pretplūsmas režīmu (22. att.). Lai samazinātu enerģijas patēriņu kaltēšanas procesā. Kalte aprīkota ar siltumsūkni, kas nodrošina mitrajā gaisā esošā ūdens kondensāciju, tādējādi atgriežot aprītē kaltēšanas procesā iznestā ūdens iztvaikošanas siltumu.



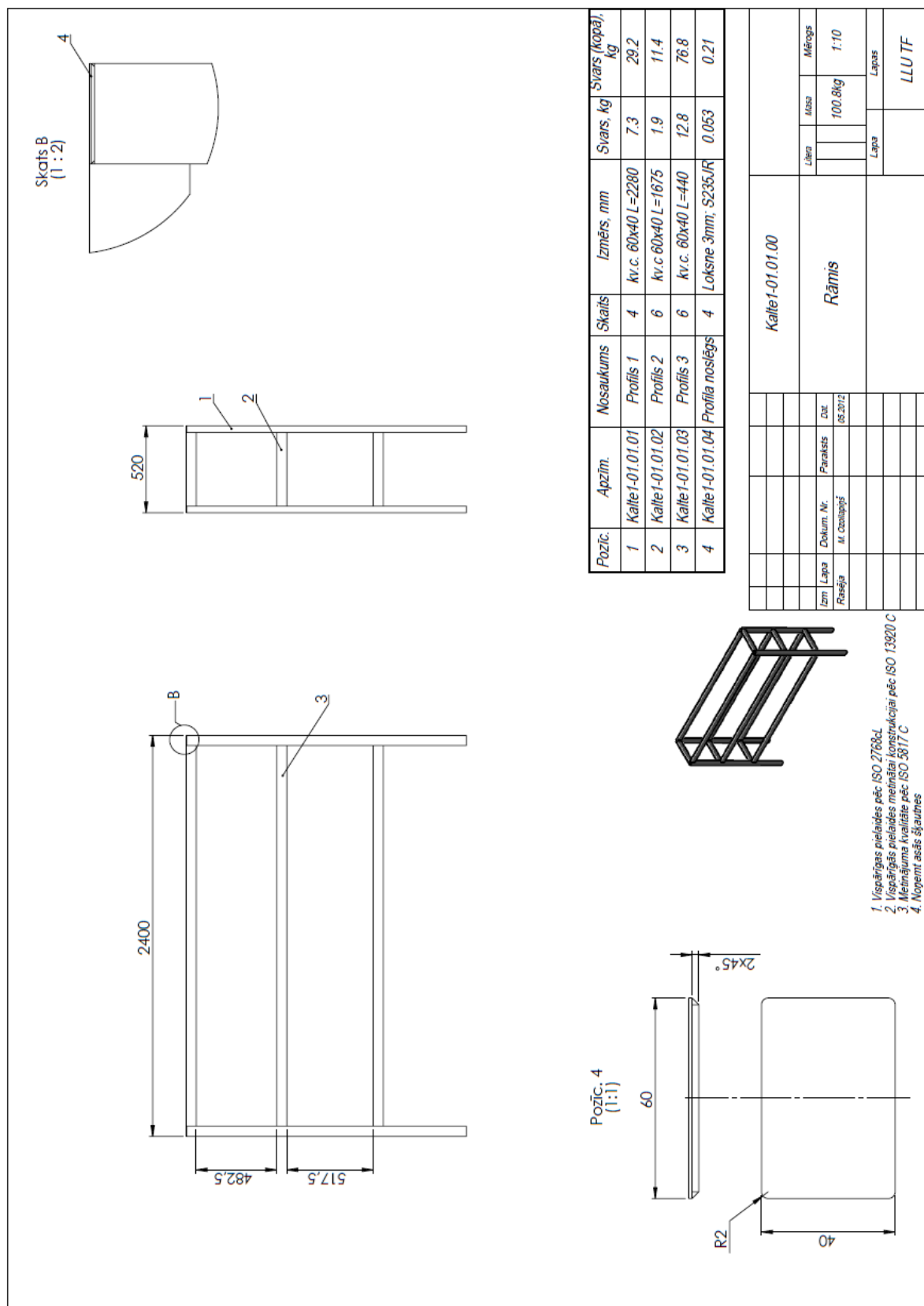
22. att. Kaltes prototipa darbības shēma

Ņemot vērā, ka kaltējamās biomasas sākotnējais mitrums var sasniegt 30 un vairāk procentus, enerģijas ietaupījums var būt visai ievērojams.

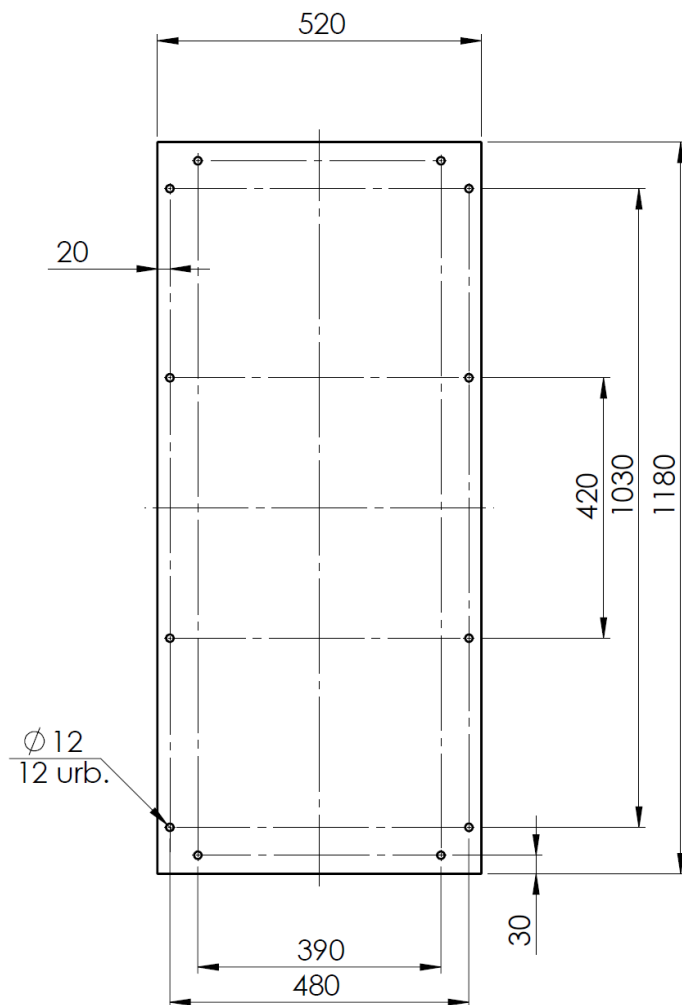
23. attēlā parādīta kaltes korpusa konstrukcija.



23. att. Kaltes korpusa rasējums



24. att. Kaltes rāmja rasējums



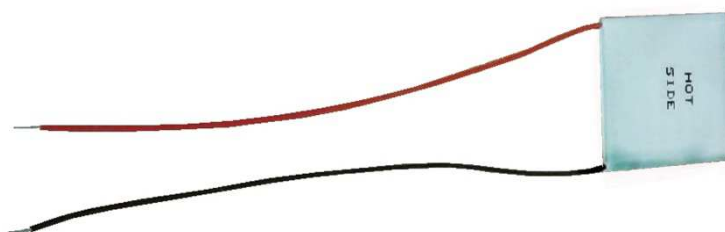
					Kalte1-01.00.04.		
					Galavirisma 1		
					Litera	Masa	Mērogs
Izm.	Lapa	Dokum. Nr.	Paraksts	Dat.		14.3 kg	1:5
Rasēja		M. Ozollapiņš		05.2012			
					Lapa	Lapas	
					Loksne S235JR S=3mm		LLU TF

25. att. Gala virsmas rasējums

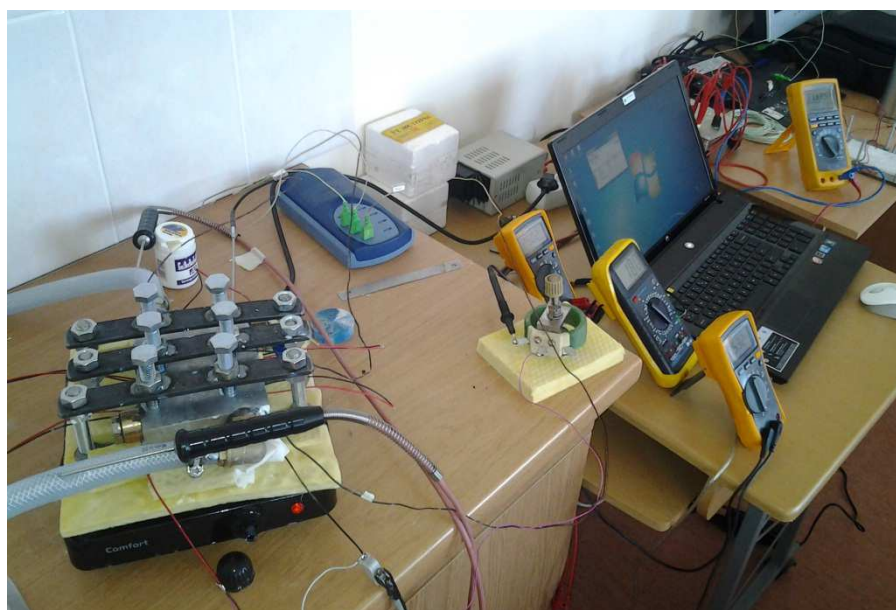
6. KALTĒŠANAS EKSPERIMENTĀLĀ MODEĻA IZSTRĀDE REZERVES ELEKTROENERĢIJAS AVOTA EKSPERIMENTĀLA IZEJAS DATU NOTEIKŠANA UN ANALĪZE

Cietā kurināmā – biomasas un koksnes – kurtuves tiek lietotas gan industriālos kaltēšanas procesos, gan arī apkures sistēmās. Lielai daļa šo sistēmu nepieciešama elektroenerģija sekmīgai darbībai. Izmantojot termoelektriskos moduļus, iespējams izveidot neatkarīgu elektroenerģijas avotu. Termoelektriskie moduļi nodrošinās patstāvīgu līdzstrāvas elektrības ražošanu kamēr vien tiks nodrošināta temperatūras starpība uz moduļa virsmām.

Eksperimentālajā iekārtā izejas datu iegūšanai pārbaudīti divi termoelektriskie moduļi TEP1-1264-1.5 (26. att.).

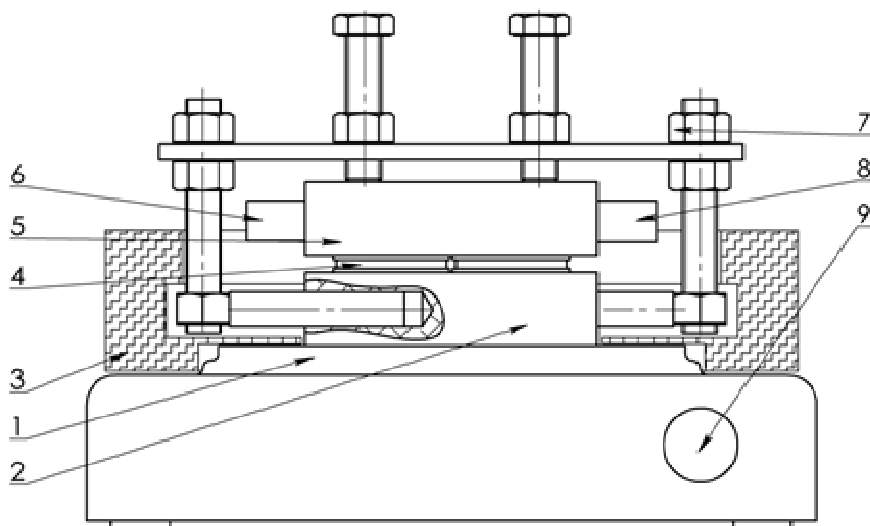


26. att. Termoelektriskais modulis TEP1-1264-1.5



27. att. Eksperimentālā iekārta ar mērierīcēm

Viens modulis sastāv no 126 Bi_2Te_3 p-tipa un n-tipa pusvadītāju pāriem. Moduļa izmērs ir 40 x 40mm biezumā 3,5mm. Maksimālā darba temperatūra 280°C patstāvīgā režīmā un 380°C īslaicīgi. Aukstās puses maksimālā temperatūra 180°C. Siltuma plūsma caur vienu moduli apt. 140W.



28. att. **Eksperimentālā iekārta:** 1 – sildītājs, 2 – alumīnija siltuma izkļiedētājs, 3 – siltumizolācija 4 – termoelektriskie moduļi, 5 – siltuma aizvadītājs, 6 – dzesēšanas padeves pieslēgums 7 – skrūvju stiprinājuma mehānisms, 8 – dzesēšanas šķidruma izvads, 9 – temperatūras regulators.

Izejas datu noteikšanai izveidota speciāla iekārta (28. att.). Iekārta sastāv no termoelektriskajiem moduļiem 4, siltuma avota – sildītāja 1 ar alumīnija siltuma izkļiedētāju 2, siltuma novadītāja 5, dzesēšanas padeves pieslēgumu 6, izolācijas 3.

Dzesēšanas puse ir speciāli veidots alumīnija bloks ar iekšējo ūdens caurplūdi $0.0127\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$.

Labākai siltuma vadīšanai moduļu abas puses tika noklātas ar termoplastu. Kā moduļu ražotājs nosaka labākai ģeneratoru darbībai moduļus nepieciešams piespiest siltuma avotam ar spiedienu $137.50\text{kg}/\text{cm}^2$. Šī iemesla dēļ izveidoti speciāli skrūvju stiprinājumi 7.

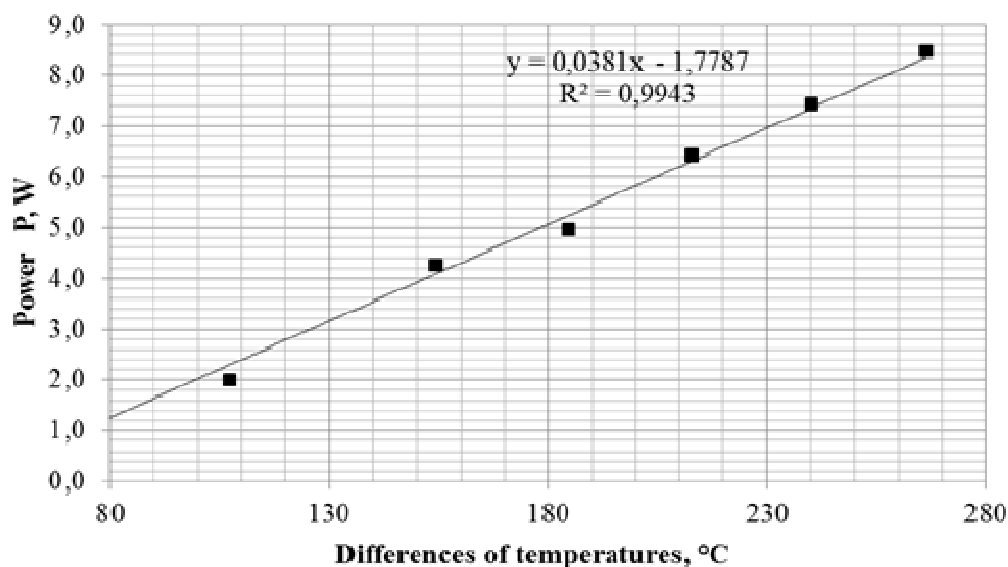
Maksimālā sasniegtā temperatūra moduļu karstajā pusē sasniedza 297°C , ar temperatūru starpību 267°C . Temperatūras karstajā pusē tika uzturētas un regulētas ar termoregulatoru 9 un tajā brīdī datēti nepieciešamie parametri. Temperatūras tika noteiktas ar termopāru palīdzību un ierakstītas ar datorprogrammas PICO Recorder palīdzību, sekojošie dati tika apstrādāti MS Excel un izstrādāti izejas datu grafiki.

Ģenerētais elektrības apjoms pieaug lineāri reizē ar temperatūru starpības paaugstināšanos uz moduļa virsmām (29. att.). Nobīdes izskaidrojamas ar nelielu temperatūras nestabilitāti mērīšanas brīdī.

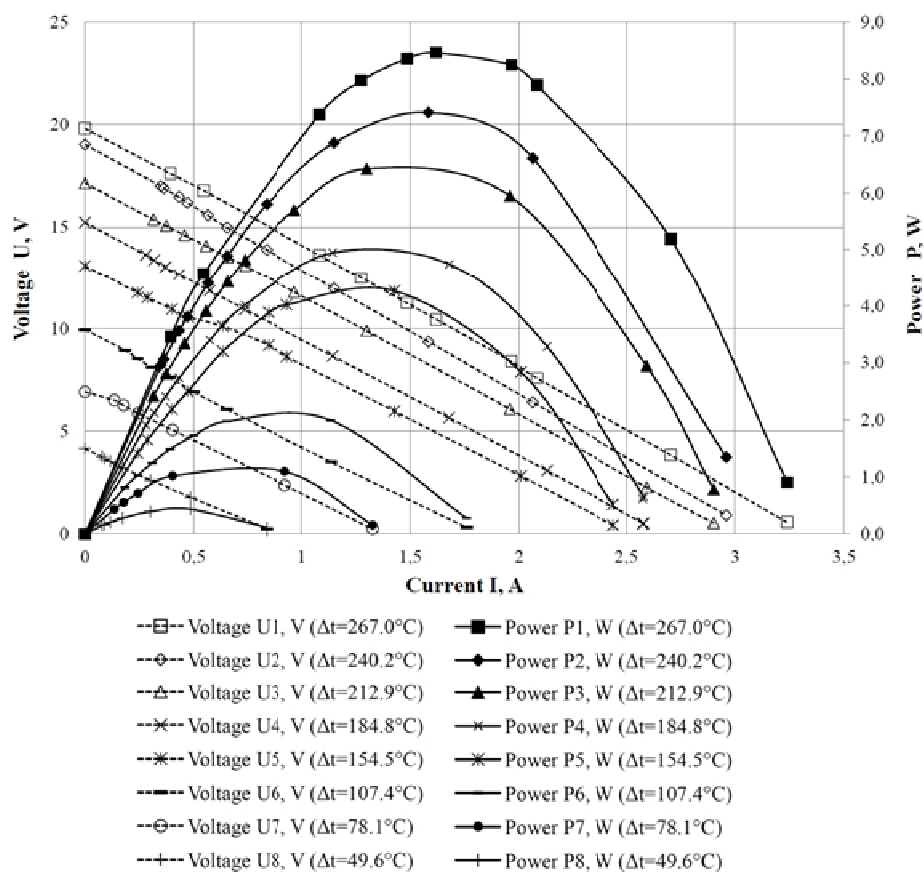
Eksperimentā noteiktas 8 maksimālās jaudas 8 temperatūru starpībās uz moduļa virsmām. Attiecīgi maksimālā ģenerētā jauda bija pie temperatūru starpības 267°C un sastādīja 8.46W no moduļa (30. att.).

Divu moduļu lietderības koeficients atkarībā no temperatūru starpības pieaug un ir ar tendenci stabilizēties tuvojoties maksimālajām temperatūrām sasniedzot 4.36% pie $\Delta t = 267.0^\circ\text{C}$ (31. att. un 32. att.). Ja sistēmā nepieciešams sildīts dzesēšanas šķidrums, tad lietderības koeficients sistēmā pieaugs, atšķirībā no sistēmas, kurā atsevišķi pievadāms dzesēšanas šķidrums moduļiem.

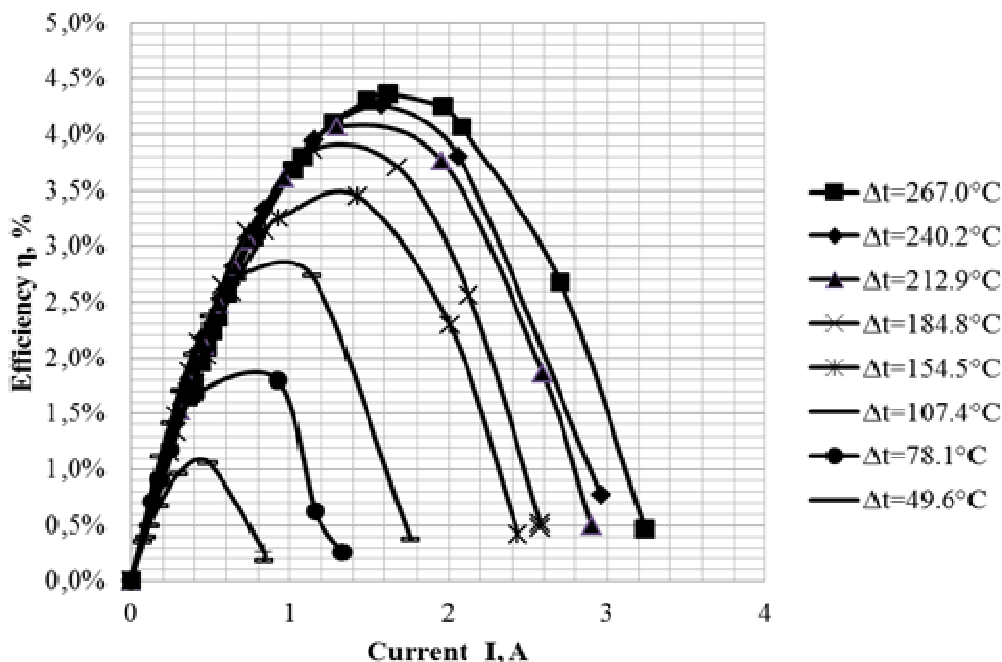
Izejas dati



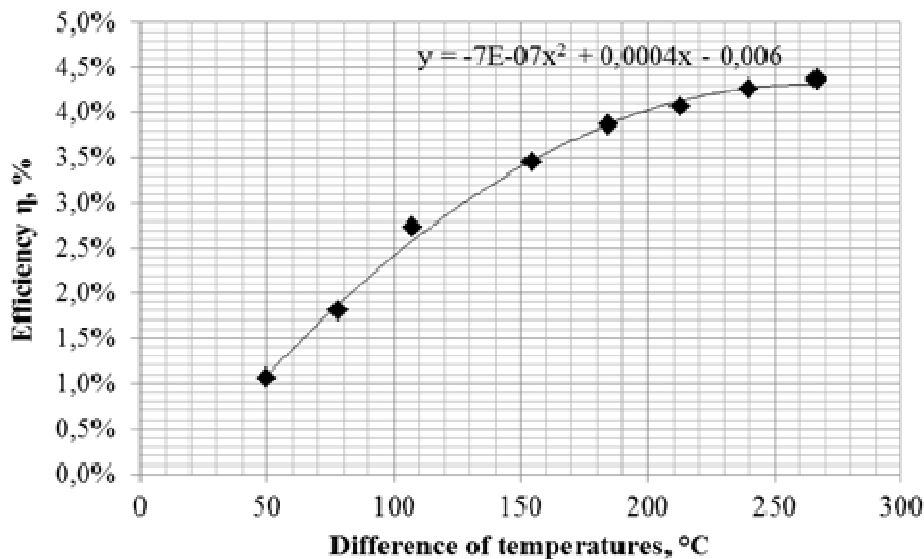
29. att. Viena moduļa jauda atkarībā no temperatūru starpības



30. att. Sprieguma U un jaudas P vērtības vienam moduļim atkarībā no strāvas stipruma I un temperatūru starpības Δt .



31. att. 2 moduļu lietderības koeficients atkarībā no strāvas stipruma.



32. att. Lietderības koeficients atkarībā no temperatūru starpības.

SECINĀJUMI

- 1) Ar esošo eksperimentālo sistēmu maksimālā moduļa TEP1-1264-1.5 ģenerētā jauda temperatūru starpībā 267.0°C sasniedz 8.46W.
- 2) Tukšgaitas spriegums vienam moduļim temperatūru starpībā 267.0°C sasniedz 19.8V.
- 3) Lietderības koeficients diviem moduļiem sistēmā sasniedz 4.36% augstākajā temperatūrā.
- 4) Kombinējot moduļus TEP1-1264-1.5 iespējams izveidot neatkarīgu alternatīvu elektroenerģijas avotu, kas spētu nodrošināt ar enerģiju svarīgākos sistēmas patērētājus.

7. KALTES ENERGOEFEKTIVITĀTES, SILTUMU ZUDUMU, RAŽĪGUMA U.C. PARAMETRU NOTEIKŠANA

Lai novērtētu kaltes enerģijas patēriņu, tika sastādīts kaltes siltuma bilances vienādojums, kurš izsaka kaltes patērēto siltuma jaudu N_k :

$$N_k = N_s + N_m + N_i + N_g, \quad (1)$$

kur N_s – siltuma zudumu jauda caur kaltes sienām, W,
 N_m – materiāla uzsildīšanai nepieciešamā jauda, W,
 N_i – ūdens iztvaicēšanai patērētā jauda, W,
 N_g – caurplūstošā gaisa uzsildīšanai patērētā jauda, W.

Lai novērtētu katru patērētās jaudas daļu, tika sastādīti vienādojumi, kuri apraksta attiecīgo procesu.

Siltuma zudumi biomasas kaltē ir nosakāmi pēc sekojošiem vienādojumiem:

1) siltuma zudumu jauda caur kaltes sienām,

$$N_s = \frac{A \cdot \Delta t}{\left(\frac{\delta_v}{\lambda_v} + \frac{\delta_t}{\lambda_t} \right)}, \quad (2)$$

kur A – kaltes ārsienu virsmas laukums, m²,
 Δt – temperatūras starpība, °C,
 λ_v – siltumizolācijas materiāla (akmens vate) īpatnējā siltumvadītspēja, W/m·K,
 δ_v – siltumizolācijas biezums, m,
 λ_t – īpatnējā vadītspēja tēraudam, W/m·K,
 δ_t – saplākšņa biezums, m.

Nemot vērā, ka tērauda siltumvadītspēja ir daudzkārt lielāka par siltumizolācijas materiāla siltumvadītspēju un tērauda biezums ir daudzkārt mazāks par siltumizolācijas materiāla biezumu, varam pieņemt, ka $\frac{\delta_t}{\lambda_t} \approx 0$ un siltuma zudumu jauda :

$$N_s = \frac{A \cdot \Delta t}{\frac{\delta_v}{\lambda_v}} = \frac{A \cdot \Delta t \cdot \lambda_v}{\delta_v}. \quad (3)$$

2) masas uzsildīšanai,

$$N_m = \frac{m_m \cdot c_m \cdot \Delta t}{\tau}, \quad (4)$$

kur m_m – materiāla masa, kg,
 c_m – materiāla siltumietilpība, $\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{deg}^{-1}$,
 τ – kaltēšanas laiks.

Iepriekš veiktie pētījumi parādīja, ka niedru biomasu var izkaltēt līdz kondīcijas mitrumam 5 – 10 minūtēs, ja siltā gaisa temperatūra ir ap 60°C.

Lai veiktu aprēķinus, nepieciešams zināt kaltējamā materiāla īpatnējo siltumietilpību. Tās noteikšanai nepieciešami eksperimentāli pētījumi, kas tiks veikti turpmāk.

3) ūdens iztvaicēšanai,

$$N_i = \frac{c_{\bar{u}d} \cdot m_{\bar{u}d} \cdot \Delta t + m_{\bar{u}d} \cdot r}{\tau}, \quad (5)$$

kur $c_{\bar{u}d}$ – ūdens siltumietilpība, $\text{kJ/kg} \cdot \text{deg}$,
 $m_{\bar{u}d}$ – iztvaicējamā ūdens masa, kg,
 r – ūdens iztvaikošanas siltums, kJ/kg .

4) caurplūstošā gaisa uzsildīšanai,

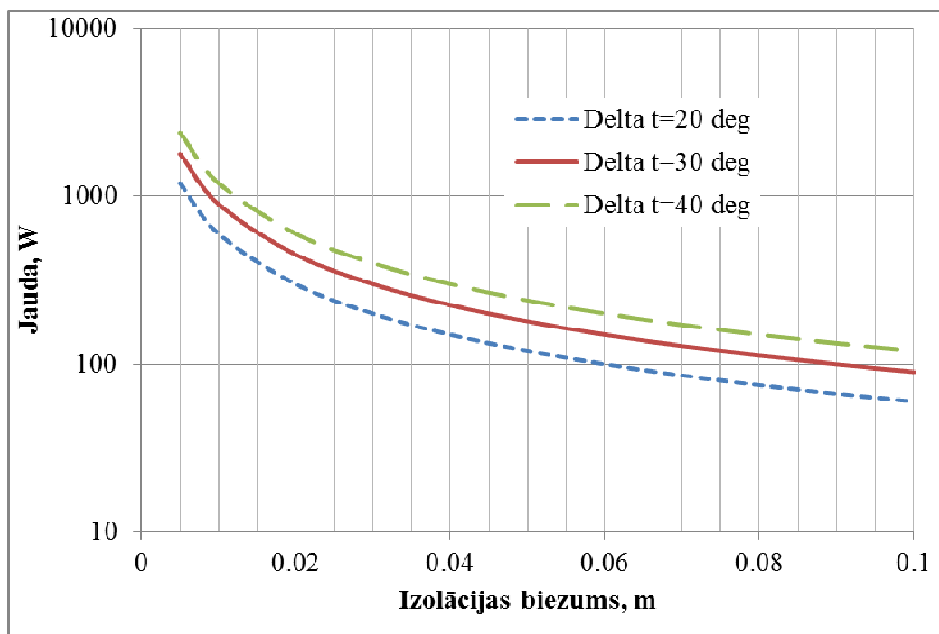
$$N_g = c_g \cdot q \cdot \rho_g \cdot \Delta t, \quad (6)$$

kur c_g – gaisa īpatnējā siltumietilpība, $\text{kJ/kg} \cdot \text{deg}$,
 q – gaisa plūsma, m^3/s ,
 ρ_g – gaisa blīvums, kg/m^3 .

No siltuma bilances vienādojuma varam secināt, ka kaltēšanas procesa norisei nepieciešams patērēt jaudu N_m masas uzsildīšanai līdz noteiktajai temperatūrai, masā esošā ūdens iztvaicēšanai N_i un ūdens iznesei ar caurplūstošo gaisu N_g . Minētie enerģijas patēriņi ir nepieciešami tieši procesa norisei. Jauda N_m masas uzsildīšanai līdz noteiktajai temperatūrai un masā esošā ūdens iztvaicēšanai N_i ir neatņemama procesa sastāvdaļa un to būtiski samazināt praktiski nav iespējams. Iepriekš veiktajos pētījumos noskaidrots, ka minētā siltuma jauda ir tikai neliela daļa no kopējā praksē lietoto kalšu enerģijas patēriņa. Būtiski lielāka enerģijas daļa tiek tērēta caurplūstošā gaisa uzsildīšanai un siltuma zudumu caur kaltes sienām kompensācijai.

KALTES SILTUMIZOLĀCIJAS SLĀŅA PAMATOJUMS

Siltuma zudumi caur kaltes sienām N_s ir nelietderīgi patērētā jauda. Siltuma zudumu jauda caur kaltes sienām mainās atkarībā no siltumizolācijas biezuma un temperatūru starpības starp apkārtējo vidi un gaisa temperatūru kaltē (33. attēls).



33. att. Siltuma zudumu jauda caur kaltes sienām
atkarībā no siltumizolācijas slāņa biezuma

Aprēķinā pieņemts, ka kalte izgatavota no tērauda ar kopējo biezumu 6 mm. Siltumizolācijai izmantota akmens vate.

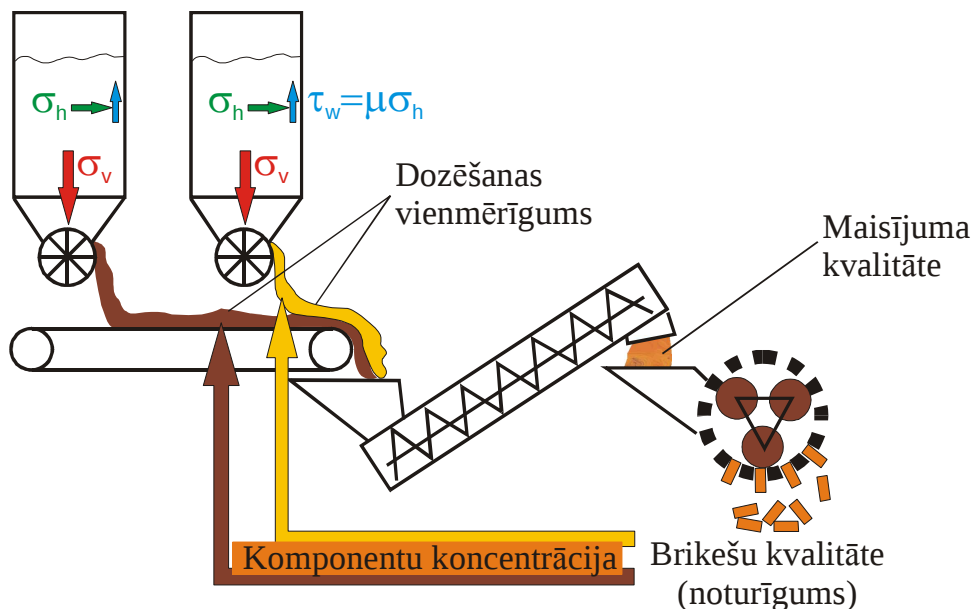
Siltuma zudumu jaudas aprēķinu veic izmantojot vienādojumu 2. Aprēķinu rezultātā tika iegūts grafiks, kas parāda siltuma zudumu jaudas izmaiņu caur kaltes sienām pie dažādas gaisa temperatūras kaltē un dažādiem siltumizolācijas slāņa biezumiem.

No grafika (33. att.) redzams, ka palielinot izolācijas slāņa biezumu līdz 2.5 cm, siltuma zudumi samazinās vairāk nekā 10 reizes.

Aprēķins veikts kaltes modelim ar ārējo sienu laukumu 8 m^2 . Palielinot siltumizolācijas biezumu vēl vairāk, enerģijas ietaupījums samazinās. Par optimālu siltumizolācijas slāņa biezumu kaltes prototipam var pieņemt akmens vates biezumu no 2 – 5 cm. Tādā gadījumā siltuma zudumu jauda nepārsniegs 600 W (pie temperatūru starpības 40°C), kas ir pieņemams kaltes prototipam.

8. DOZĒŠANAS PROCESA TEORĒTISKĀ IZPĒTE

Dozatoros uz to darbīgajām daļām smalcinātā masa iedarbojās ar savu smaguma spēku, lai noteiktu tā vērtību jāizprot materiāla uzvedība cilindriskās un koniskās tvertnes daļās.



34. att. Spriegumi dozatoru tvertnēs

Spriegumu aprēķinu metodes

Varam izdalīt trīs dažādus gadījumus, kas būtu jāņem vērā aprēķinot spriegumus glabāšanas tvertnēs:

- ✓ spriegumi tvertnes vertikālajā daļā;
- ✓ spriegumi piltuvē (aktīvais spriegumstāvoklis - piepildīšana);
- ✓ spriegumi piltuvē (pasīvais spriegumstāvoklis - iztukšošana).

Spriegumu aprēķināšana tvertnes vertikālajā daļā

Spriegumi vertikālajā tvertnes daļā (aktīvajā spriegumstāvoklī) var tikt aprēķināti ar Jansena (*Janssen*) formulu [1], izmantojot bezgalīgi plāna elementa metodi. Tiek apskatīts masas elements tvertnes šķēsgriezuma formā ar bezgalīgi mazu augstumu dz (35. att.), kuram ir tāds pats šķēsgriezuma laukums A , kā tvertnes cilindriskai daļai. Pieņemot, ka apkārt izgrieztajam elementam ir konstants vertikālais spriegums σ_v un nemainīgs blīvums ρ_b , spēku līdzsvaru z ass virzienā izsaka vienādojums [3]:

$$A\sigma_v + g\rho_b A dz = A(\sigma_v + d\sigma_v) + \tau_w U dz, \quad (1)$$

- Kur
- A – šķēsgriezuma laukums, m^2 ;
 - σ_v – vertikālais spriegums, Pa;
 - g – brīvās krišanas paātrinājums, $m\ s^{-2}$;
 - ρ_b – masas blīvums, $kg\ m^{-3}$;
 - τ_w – bīdes spriegums uz tvertnes sienām, Pa;
 - U – perimetrs, m.

ieviešot berzes leņķi:

$$\operatorname{tg}(\varphi_x) = \frac{\tau_w}{\sigma_v}, \quad (2)$$

un ņemot vērā, ka $U = \frac{2A}{R}$, iegūstam:

$$A\sigma_v + g\rho_b Adz = A\sigma_v + Ad\sigma_v + \sigma_w \operatorname{tg}(\varphi_x) \frac{2Adz}{R} \quad (3)$$

kur σ_w – sieniņu normālspriegums, Pa.

Zinot, ka tvertnes vertikālajā daļā $\sigma_w = \sigma_h$, varam vienkāršot izteiksmi ieviešot šķērssprieguma koeficientu:

$$\lambda = \frac{\sigma_h}{\sigma_v} = \frac{\sigma_w}{\sigma_v}, \quad (4)$$

un tiek iegūts diferenciālvienādojums vertikālā sprieguma σ_v aprēķināšanai:

$$\frac{d\sigma_v}{dz} + \sigma_v \lambda \frac{U}{A} \operatorname{tg}(\varphi_x) = g\rho_b \quad (5)$$

Izsakām salmu berzes koeficienta izmaiņas funkciju atkarībā no sprieguma:

$$\operatorname{tg}(\varphi_x) = 0.317\sigma_h^{-0.075} = 0.317(\lambda\sigma_v)^{-0.075} \quad (6)$$

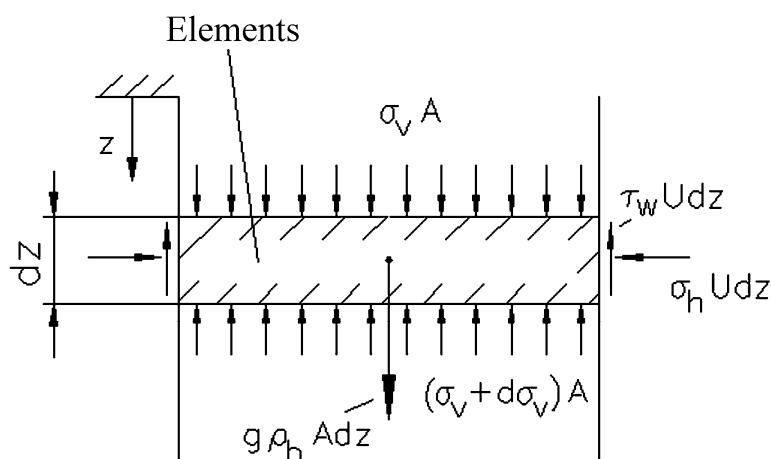
Izsakām kūdras berzes koeficienta izmaiņas funkciju atkarībā no sprieguma:

$$\operatorname{tg}(\varphi_x) = -0.219\sigma_h^2 + 0.465\sigma_h + 0.137 = -0.219(\lambda\sigma_v)^2 + 0.465(\lambda\sigma_v) + 0.137 \quad (7)$$

Pārveidojot diferenciālvienādojumu (5) tā, lai tas ievērtētu smalcinātu salmu berzes koeficienta atkarību no sprieguma, iegūstam diferenciālvienādojumu salmu tvertnes (8) un kūdras tvertnes aprēķiniem (9):

$$\frac{d\sigma_v}{dz} + 0.317(\sigma_v \lambda)^{0.925} \frac{U}{A} = g\rho_b \quad (8)$$

$$\frac{d\sigma_v}{dz} + (-0.219(\lambda\sigma_v)^3 + 0.465(\lambda\sigma_v)^2 + 0.137\lambda\sigma_v) \frac{U}{A} = g\rho_b \quad (9)$$



35. att. Elements tvertnes vertikālajā daļā [3]

Integrējot diferenciālvienādojumu (5), nosakot robežstāvokli, ka vertikālais spriegums ir vienāds ar σ_{v0} pie $z = 0$, nonākam pie [3]:

$$\sigma_v = \frac{g\rho_b A}{\lambda \tan(\varphi_x) U} \left\{ 1 - e^{-\frac{\lambda \tan(\varphi_x) U z}{A}} \right\} + \sigma_{v0} e^{-\frac{\lambda \tan(\varphi_x) U z}{A}} \quad (10)$$

Ja $\sigma_{v0} = 0$, tad no formulas (10) izriet:

$$\sigma_v = \frac{g\rho_b A}{\lambda \tan(\varphi_x) U} \left\{ 1 - e^{-\frac{\lambda \tan(\varphi_x) U z}{A}} \right\} \quad (11)$$

Horizontālais spriegums σ_h un sienīņu bīdes spriegums τ_w var tikt aprēķināti, apvienojot formulas (4), (5) un (10):

$$\sigma_h = \frac{g\rho_b A}{\tan(\varphi_x)U} \left\{ 1 - e^{-\frac{\lambda \tan(\varphi_x)Uz}{A}} \right\} + \sigma_{v0} e^{-\frac{\lambda \tan(\varphi_x)Uz}{A}} \quad (12)$$

$$\tau_w = \frac{g\rho_b A}{U} \left\{ 1 - e^{-\frac{\lambda \tan(\varphi_x)Uz}{A}} \right\} + \lambda \tan(\varphi_x) \sigma_{v0} e^{-\frac{\lambda \tan(\varphi_x)Uz}{A}} \quad (13)$$

Funkcija e formulās (10) līdz (13) pie lielām z vērtībām tuvojas nullei. Tāpēc izteiksmē pirms iekavām ir spriegums, kas iegūts lielām z vērtībām, t.i., gadījumā, ja tvertne ir ar lielu augstuma/diametra attiecību.

Izteiksme pirms iekavām ir atkarīga no birstošā materiāla īpašībām un tvertnes formas, kas izteikta ar attiecību A/U (šķērsriezums A pret perimetru U). Cilindriskas tvertnes gadījumā attiecība A/U ir vienāda ar $d/4$ (d = tvertnes diametrs). No tā izriet, ka maksimālais iespējamais spriegums, kas iespējams tvertnes vertikālajā daļā, ir proporcionāls vertikālās daļas diametram (skatīt formulas (11) līdz (13)). Šī iemesla dēļ, tvertnes veido ar mazu diametru un augstas. Pretēji birstošo materiālu tvertnēm, šķidrumu tvertnes veido ar lieliem diametriem un zemas, jo tajās darbojas hidrostatiskais spiediens [1].

Ticamība Janssena formulai (11) vairākos eksperimentālos testos pārbaudīta jau vairāk nekā 100 gadu garumā [2]. Pieredze rāda, ka raupjām tvertnes sienām ir liels berzes leņķis φ_x , bet gludām – mazs. Tāpēc, sienas ar raupju virsmu notur lielu daļu no birstošā materiāla masas un lielāks vertikālais un horizontālais spriegums būs tvertnēm ar gludākām sienām.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

1. Schulze D. Fundamentals of Bulk Solids Mechanics [tiešsaiste]: [Skatīts 2012-05-10]. Pieejams: <http://www.dietmar-schulze.de/grdle1.html>
2. Brown Chris J. Silos. Fundamentals of theory, behaviour and design. London: E&FN, 1998. 836 p.
3. Schulze D. Stresses in Silos [tiešsaiste]: [skatīts 2012-05-05]. Pieejams: www.dietmar-schulze.de/spanne.html

9. DOZATORA KONSTRUKCIJAS IZSTRĀDE. DOZATORA EKSPERIMENTĀLĀ MODEĻA IZSTRĀDE.

DOZATORA GARUMOTĀJA IZSTRĀDE

Lai veiktu kvalitatīvu stiebru nogriešanu, nepieciešams nodrošināt pietiekoši lielu nažu savstarpējo kustības ātrumu cirtiena laikā. Iepriekš izveidotajā nažu kustības modelī, tika izstrādāta formula nažu savstarpējā pārvietojuma Δx noteikšanai:

$$\Delta x = (R + b) \cdot (\cos \varphi_1 + \cos \varphi_2) - (2R + b), \quad (1)$$

kur R – nažu diska rādiuss, mm, b – naža izvirzījums, mm, φ_1 un φ_2 – rotoru pagriešana leņķis, rad.

Nažu savstarpējo kustības ātrumu iegūst diferencējot šo izteiksmi pēc laika un izsakot nažu pagriešana leņķus φ_1 un φ_2 ar leņķiskā ātruma izmaiņu:

$$\begin{aligned} \varphi_1 &= \varphi_{01} + \omega \cdot t \\ \varphi_2 &= \varphi_{02} + \omega \cdot t, \end{aligned} \quad (2)$$

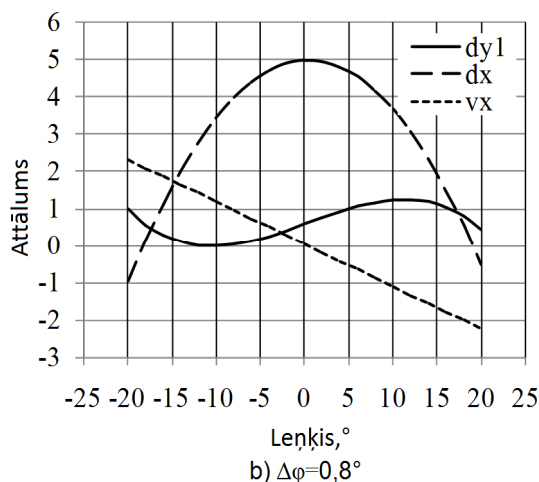
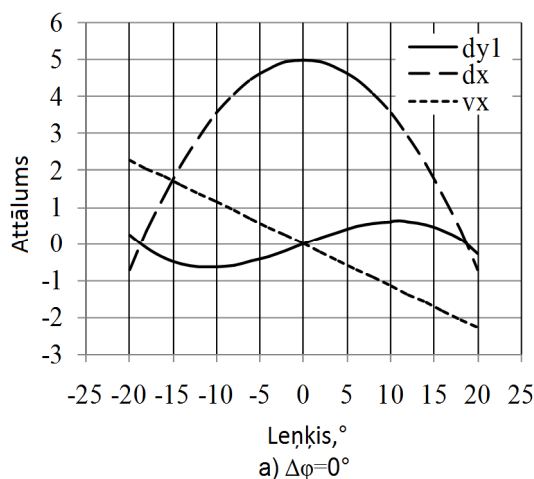
kur φ_{01} ; φ_{02} – sākotnējie leņķi, rad;
 ω – leņķiskais ātrums, s^{-1} ;
 t – laiks, s.

Pēc diferencēšanas iegūst nažu savstarpējā pārvietojuma ātrumu v_x :

$$v_x = -\omega \cdot (R + b) \cdot [\sin(\varphi_{01} + \omega \cdot t) + \sin(\varphi_{02} + \omega \cdot t)]. \quad (3)$$

Pieņemot, ka dzenošais ir kreisais rotors, kas rotē pulksteņa rādītāja virzienā un leņķis ir vienāds ar nulli, ja nazis atrodas uz horizontālās plaknes. Nažu stāvokļi tika noteikti leņķa stāvoklī – $25^\circ < \phi < 25^\circ$. Grafikos redzams naža asmens un otra naža plaknes savstarpējais attālums, nažu pārsedzes attālums dažādos asmens novietojuma grādos. Ja $\Delta\phi = 0^\circ$ un pārsedze $\Delta x = 0$ mm, tad naža asmeņiem rotācijas laikā veidojas tiešs kontakts. Ja nažu pārsedze palielinās $\Delta x > 0$ mm, bet $\Delta\phi = 0^\circ$, tad naža asmens ieiet otra naža plaknē, radot mehānisma nosprūšanu.

Tika veikta mehānisma modelēšana ar dažādu rotoru pagriešana leņķu nobīdi. Modelēšanas rezultātā tika konstatēts, ka pie savstarpējās rotoru nobīdes $\Delta\varphi = 0.8^\circ$, nenotiek naža asmens iegriešanās otra naža plaknē (36b. att.). Šajā gadījumā dzenošā naža asmens pieskaras dzītā naža plaknei. Tas nozīmē, ka griešana notiek tieši šajā momentā. Kā redzam attēlā 36b, nažu savstarpējās kustības ātrums ir 2x mazāks, nekā gadījumā, ja nažu savstarpējais novietojuma leņķis ir vienāds ar nulli.



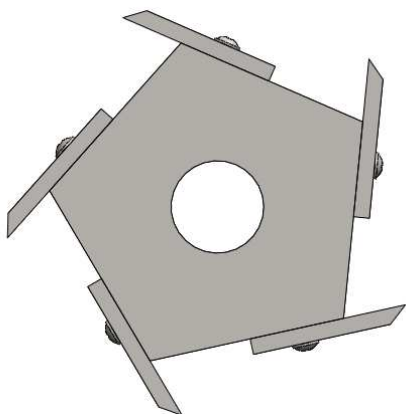
36. att. Ģeometriskie parametri atkarībā no naža stāvokļa.

dy_1 – attālums starp naža asmens un otra naža plakni Δy_1 , mm;
 dx – asmeņu pārsedze, mm; vx – nažu savstarpējās izmaiņas, $m \cdot s^{-1}$.

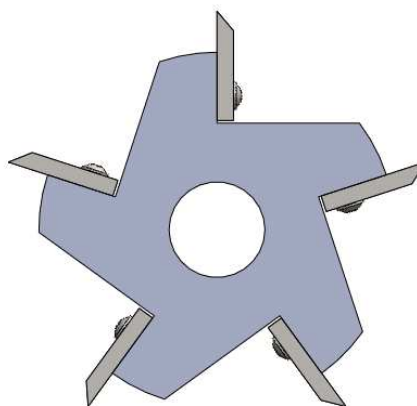
Lai nenotiktu nažu mehānisma nosprūšana, ja rotoru nobīdes leņķis ir vienāds ar nulli, nepieciešams izveidot īpašu nažu formu ar iedziļinājumu nažu plaknēs, kas atbilst naža asmens kustības trajektorijai. Šāda nažu konstrukcija nodrošinātu labu griešanas režīmu, bet apgrūtinātu nažu regulēšanu pēc asināšanas, jo naža garums asināšanas laikā samazinās.

Asmeņu saskari un mehānisma nenosprūšanu ar plakānu asmens virsmu var panākt izmainot nažu novietojuma leņķi attiecībā pret rotora rādiusu. Teorētisko un eksperimentālo pētījumu rezultātā tika noskaidrots, ka, novietojot nažus 40° leņķi pret rotora rādiusu, mehānisms darbosies bez nosprūšanas.

Lai noteiktu optimālo griezējelementu novietojumu, tika izstrādāti divu veidu stiprinājumi asmeņiem, skat. att. 37 un 38.

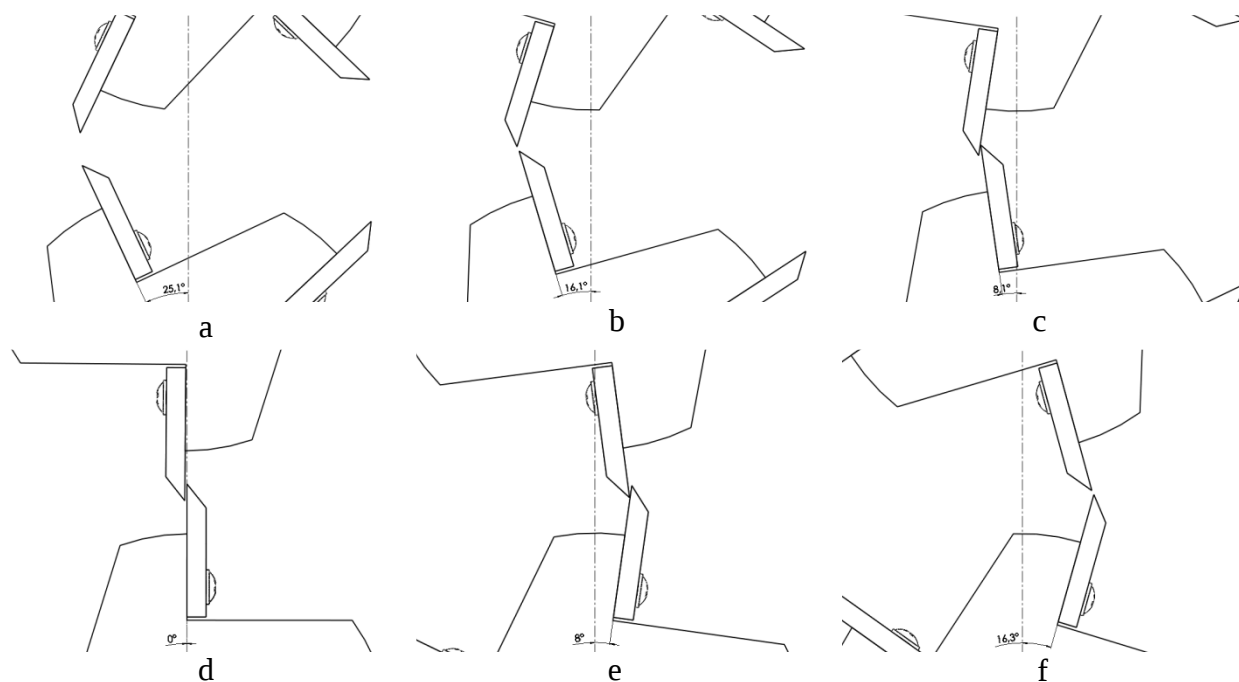


37. att. Asmens ar 40° nobīdi

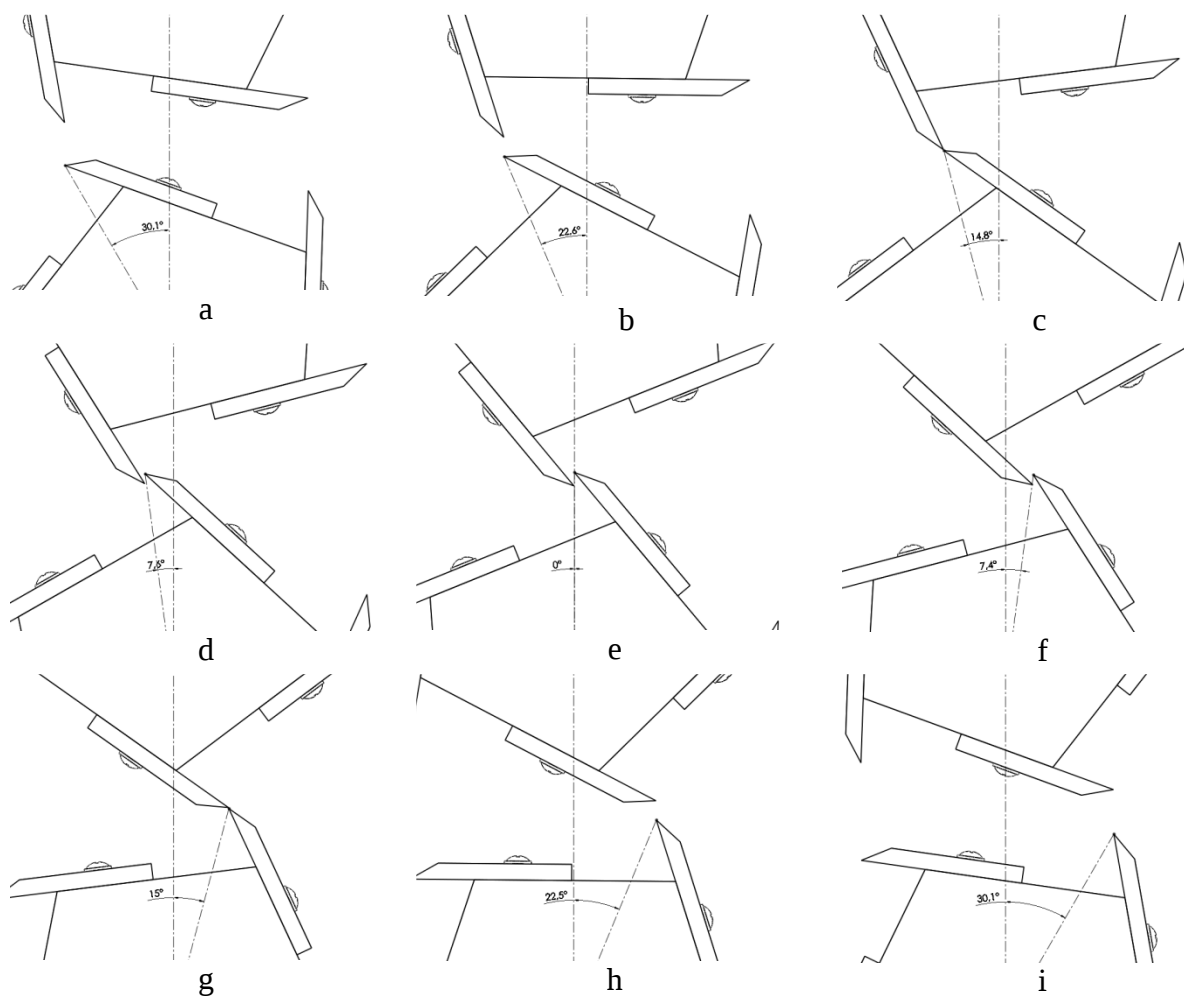


38. att. Asmens ar 0° nobīdi.

Nažu kustības trajektorija, ja naža nvietojuma plakne sakrīt ar rotora rādiusu un rotoru pagriezienu leņķa nobīde ir 0.8° , redzama 39. attēlā. Dzenošā naža asmens pieskaras dzītā naža plaknei, ja rotoru pagriezienu leņķis ir 8.3° , skat. 39c. att. Tas nozīmē, ka griešana notiek asmens un naža plaknes mijiedarbības rezultātā. Šāda konstrukcija ļauj veikt nažu pārsināšanu un nodrošina vienkāršu mehānisma regulēšanu pēc tam.



39. att. Asmeņu savstarpējā kustība, ja nažu novietojuma plakne sakrīt ar rotora rādiusu

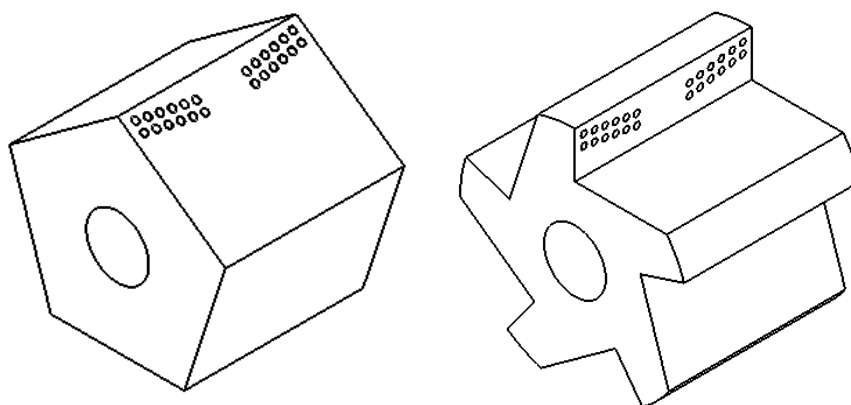


40. att. Asmeņu savstarpējā kustība, ja nažu novietojuma plakne novietota 40° leņķī pret rotora rādiusu

Ja naži novietoti uz rotora plaknēm 40° leņķī pret rādiusu, tad griešana notiek saskaroties abu nažu asmeņiem, 40c. att.

Tas notiek pie 14.8° rotoru pagriežiena leņķa. Turpmākās rotoru griešanās rezultātā notiek otrreizēja nažu asmeņu saskare, skat. att. 40g. Šajā laikā notiek atkārtota materiāla griešana. Tika izvirzīta darba hipotēze, ka šādi iespējams nodrošināt labāku šķiedraugu, piemēram, kaņepju smalcināšanu.

Nažu nesēja bloka katrā skaldnē, kur tam pieguļas nazis, izveidoti urbumi ar iegrieztām vītnēm, kas paredzēti naža stiprināšanai (41. att). Urbumi ir izvietoti tā, lai būtu iespējams lietot pārsināmos nažus. Attālumi starp urbumiem radiālā virzienā ir 1mm, tas nozīmē, ka pēc pārsināšanas nazi var pārbīdīt ik pa 1mm uz priekšu.

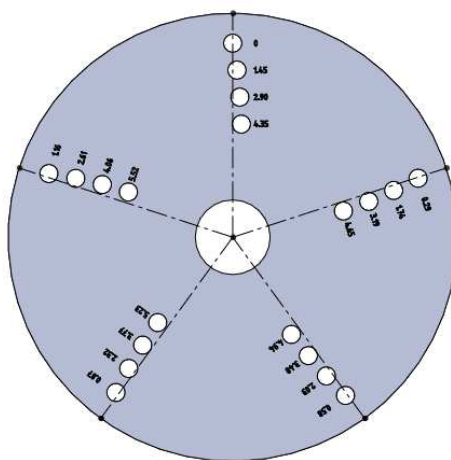


41. att. Rotori.

Kad naži ir pārsināti un nostiprināti uz rotora ir nepieciešama šo rotoru savstarpēja novietojuma uzstādīšana, tā lai nodrošinātu optimālākos ciršanas apstākļus, respektīvi, novietot blokus tā, lai naži viens gar otru noiet pēc iespējas ar mazāku intervālu un tai pašā laikā nesaskartos.

Regulēšana noris divos līmeņos.

Pirmajā gadījumā regulēšana tiek veikta ar zobratu palīdzību. Tā kā zobrata zobu skaits ir 62, tas ļauj regulēt asmeņu nesēja bloku plakņu savstarpējo novietojumu ik pa $360/62=5,81$ grādu.



42. att. Regulēšanas disks.

Otrajā gadījumā regulēšanu veic ar regulēšanas diska palīdzību (42. att.).

Uz tā tiek izveidoti 20 urbumi, kas veic regulēšanas funkciju. Visi urbumi ir izvietoti pa četrām aploces līnijām, katrā pa pieciem urbumiem. Šie urbumi ļauj mainīt bloku plaknes savstarpējo novietojumu ik pa $5.81/20 = 0,29$ grādiem.

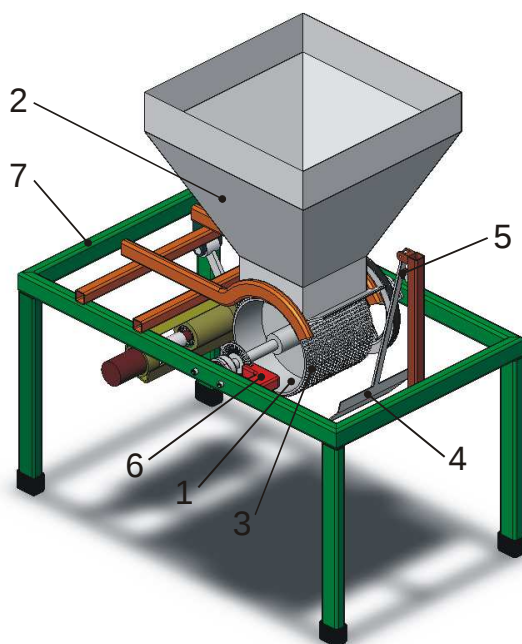
Pa ārējo aploci izvietotie urbumi ļauj bloka plakni regulēt robežās no 0 līdz 1.16 grādiem. Savukārt, pa nākamo aploci virzienā uz centru izvietotie urbumi ļauj bloka plakni regulēt robežās no 1,45 līdz 2,61 grādam. Nākamā robežās no 2,90 līdz 4,06, bet pēdējā robežās no 4.35 līdz 5,52 grādiem. Gadījumos ja ir nepieciešama regulēšana lielāka par 5,52 grādiem, piemēram, 5,89 grādi, tapa tiek ielikta urbumā ar nobīdi 0 grādi un tiek pagriezts viens zobrats pret otru par vienu zobu uz priekšu, kas atbilstu bloka plaknes pagriezienam par 5,81 grādu.

Izstrādātie rotoru tiks izmantoti dozatora-garumotāja prototipa izgatavošanai.

10. DOZATORA EKSPERIMENTĀLIE PĒTĪJUMI: DOZĒŠANAI NEPIECIEŠAMĀS JAUDAS NOTEIKŠANA, ĪPATNĒJAIS ENERĢIJAS PATĒRIŅŠ, DOZĒŠANAS PRECIZITĀTE, ROTĒJOŠO DAĻU DINAMISKĀS LĪDZVAROŠANAS EKSPERIMENTI, UTT.

TRUMUĻA DOZATORS

Trumuļa dozatora darbības novērtēšanai tika izveidota eksperimentāla iekārta (43. att.), kas sastāv no rāmja, tvertnes, trumuļa ar profilētu virsmu un leņķiskā ātruma un spēka mērierīcēm.

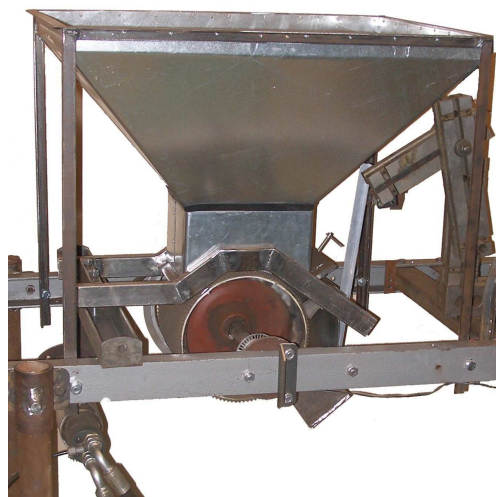


43. att. Trumuļa dozators

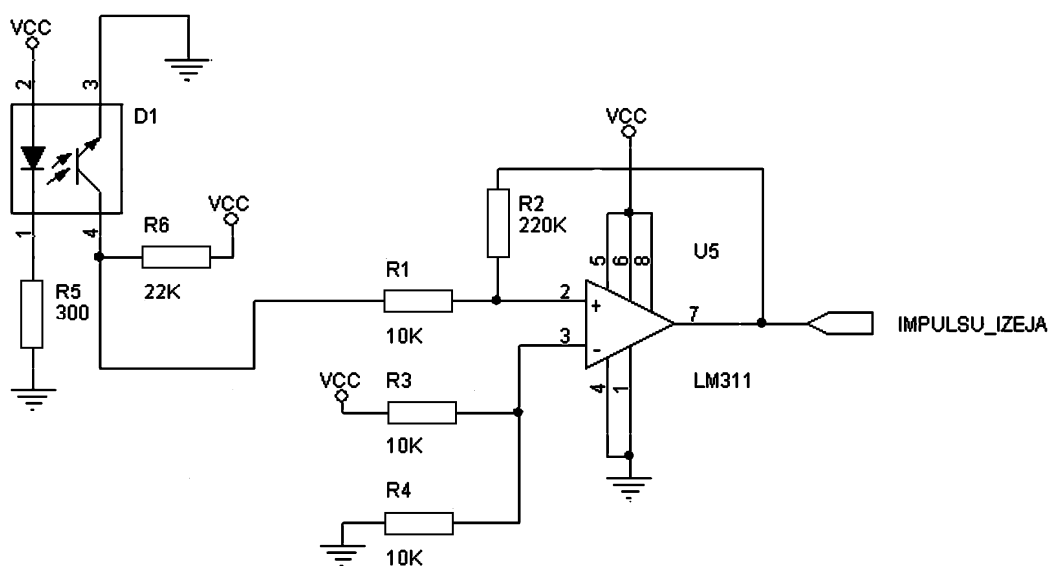
1 – trumulis, 2 – tvertne, 3 – gumijas apvalks ar izcilnīšiem, 4 – reflektora plāksne,
5 – spēka sensors, 6 – leņķiskā ātruma sensors, 7 – rāmis

44. att. redzama trumuļa dozatora eksperimentālā iekārta. Trumuļa rotācijas frekvence tika mainīta ar hidromotora un plūsmas regulatora palīdzību.

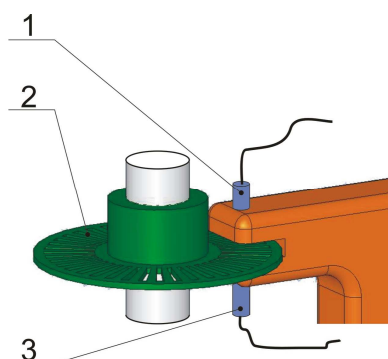
Rotācijas frekvences noteikšanai tika izmantots optopāris D1 (45. att.) un rotējošs disks. Disks tika sadalīts un izveidots ar gaismas caurlaidīgām un necaurlaidīgām zonām (46. att.). Optopāra diodes novietotas viena otrai pretim tā, lai starp tām atrastos rotējošais disks (disks piestiprināts pie gliemeža vārpstas). Gaismas diodes izstaroto gaismu pārtrauca rotējošā diska necaurspīdīgās joslas. Uztverošā diode no saņemtajiem gaismas impulsiem ģenerē strāvas impulsus. Tie ar 45. attēlā parādītā pastiprinātāja un Pico Scope 3000 pārveidotāja palīdzību tiek nosūtīti uz datoru, kas Pico scope programmā parāda faktisko rotācijas frekvenci.



44. att. Eksperimentālā iekārta



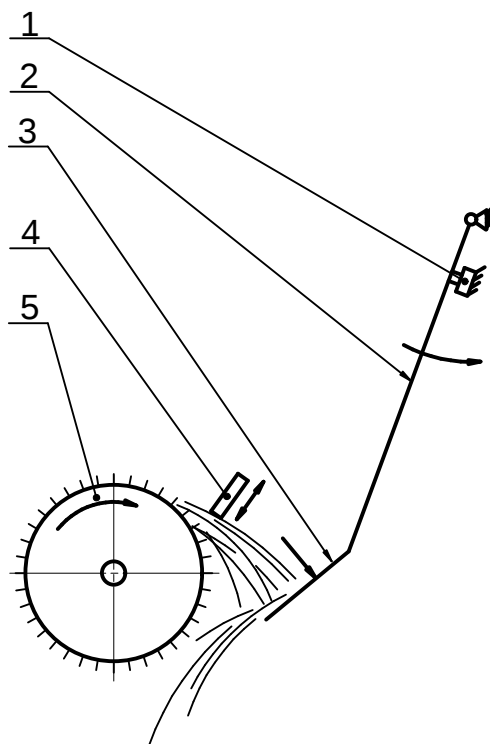
45. att. Rotācijas frekvences noteikšanai izmantotā elektriskā shēma



46. att. Rotācijas frekvences noteikšana

1 – gaismas diode; 2 – disks;
3 – uztverošā diode

Izveidotajā eksperimentālajā iekārtā – trumuļa dozatorā (43. att.), tika veikta smalcinātu salmu un kūdras dozēšana. Salmi tika izsijāti divās smalkuma grupās: līdz 3 mm (caur 3 mm sietu) un no 3 līdz 10 mm. Dozēšanā tika izmantoti smalcināti kviešu salmi ar mitruma saturu ~ 12%. Salmu blīvums šīm grupām atšķīrās: salmiem līdz 3 mm tas bija ~100 kg m⁻³, bet salmiem no 3 – 10 mm – 70 kg m⁻³. Kūdras daļiņu lielums nepārsniedz 3 mm un masas blīvums bija 140 kg m⁻³.



47. att. Plūsmas vienmērīguma noteikšanas shēma

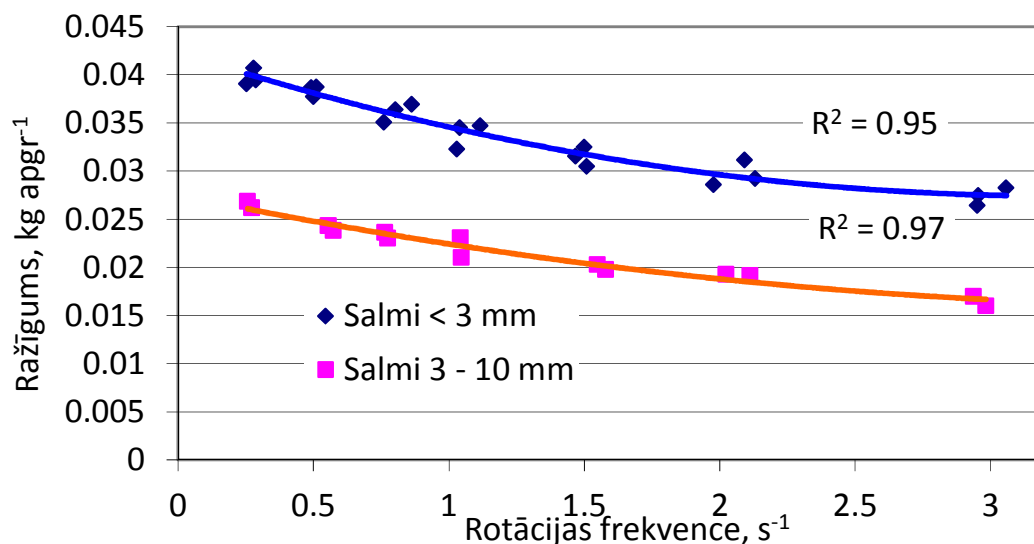
- 1 – spēka sensors; 2 – svira; 3 – plāksne;
4 – regulēšanas plāksne; 5 – trumulis

Lai novērtētu trumuļa dozatora dozēšanas vienmērīgumu, tika izveidota plūsmas intensitātes mēriekārta, kas sastāv no spēka sensora, sviras un plāksnes, uz kuru iedarbojas plūstošā masa. Lai novērstu sviras un plāksnes iesvārstīšanos, tie novietoti tā, lai radītu noteiktu priekšslodzi uz spēka sensoru (47. att.). Sviras garums un spēka sensora novietojums tika izvēlēts tā, lai veidotos spēka plecs, kas nodrošina pietiekošu sensora jutību. Sviras garumu ierobežo iespējamās sviras svārstības rezonanses gadījumā. Spēka sensora mērīšanas diapazons 0 – 15 N. Mērīšanas kļūda ±0.01 N. Spēka un rotācijas sensoru signāli tika pārveidoti ar virtuālā mērinstrumenta DATAQ DI715-US palīdzību un pierakstīti datorā.

Ar regulēšanas plāksni 3 (47. att.) tika izmanīts atveres platums un noteikta tā ietekme uz dozatora ražīgumu.

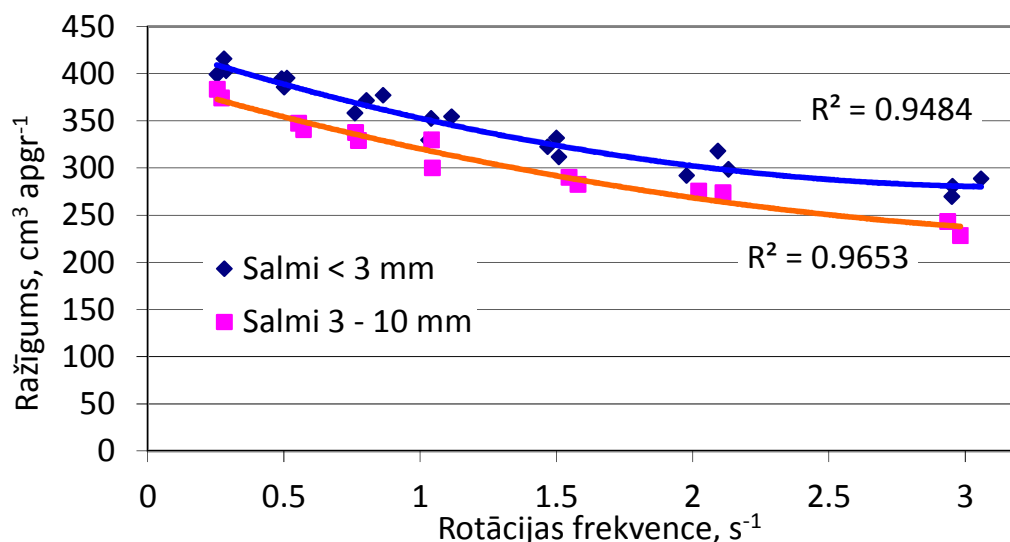
Attēlā 48. varam novērot, ka īpatnējais ražīgums ir atkarīgs no trumuļa griešanās frekvences. Pieaugot frekvencei no 0.25 līdz 3 s⁻¹, īpatnējais ražīgums samazinās par 0.01 kg

apgr^{-1} . Novērotā tendence attiecas gan uz salmiem līdz 3 mm, gan 3 – 10 mm. Dozējot salmus ar izmēriem no 3 – 10 mm, īpatnējais ražīgums ir ievērojami zemāks nekā salmiem līdz 3 mm. Tas lielā mērā saistīts ar to dažādo blīvumu, jo, salīdzinot sadozētās tilpuma vienības uz vienu apgriezību (49. att.), redzam, ka atšķirība ir samazinājusies no 40 uz 7%.



48. att. Īpatnējais ražīgums atkarībā no trumuļa griešanās frekvences

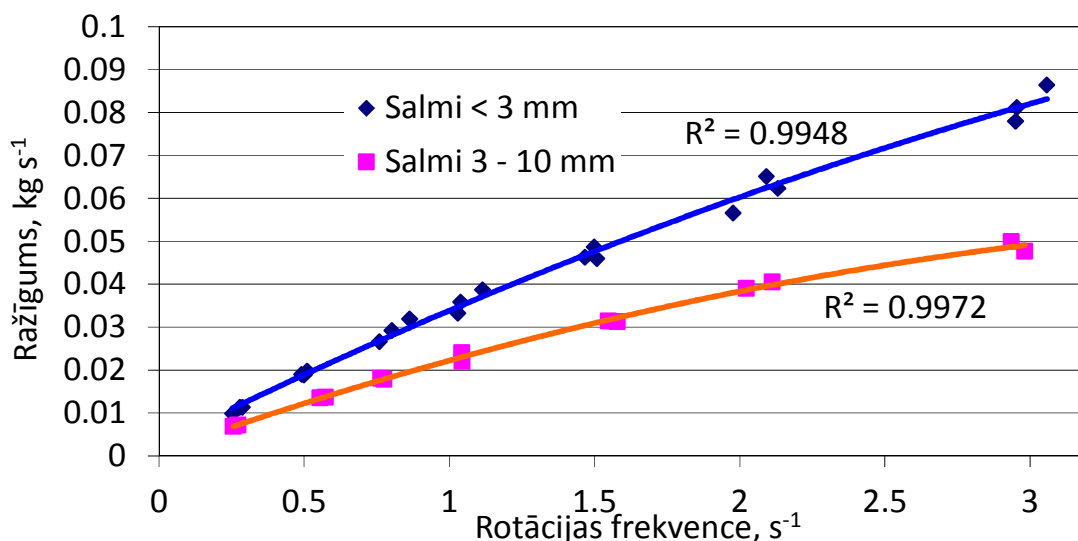
Īpatnējā ražīguma samazināšanos (48. un 49. att.) izraisa masas vertikālais spriegums, kas samazinās, jo rotācijas ātrumam pieaugot no tvertnes tiek izpludināts aizvien lielāks materiāla tilpums, taču jauns materiāls no tvertnes augšējiem slāņiem pieplūst nepietiekami ātri, lai radītu masas spriegumu uz dozatoru, kāds darbojas pie mazas rotācijas frekvences.



49. att. Īpatnējais ražīgums atkarībā no trumuļa griešanās frekvences

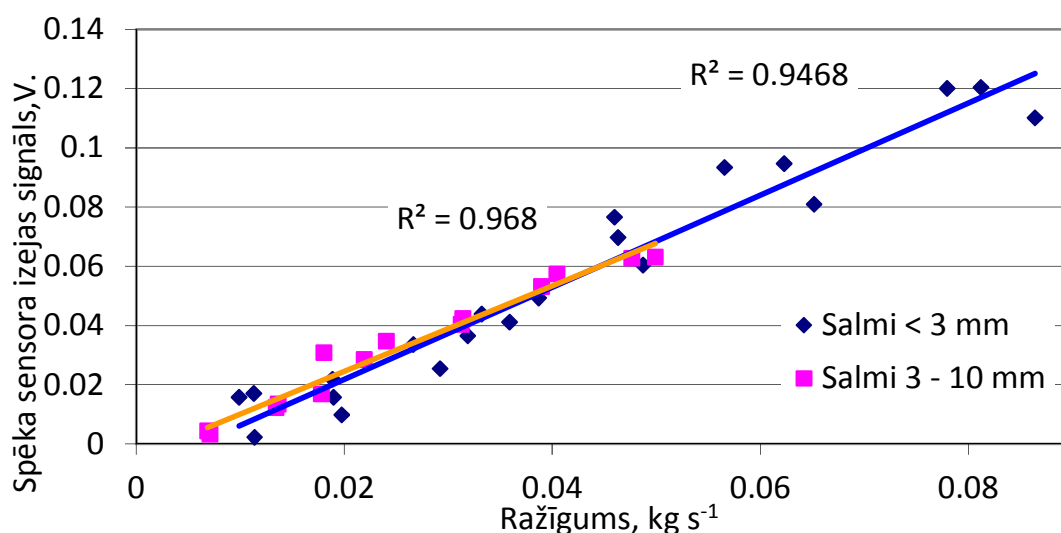
Trumuļa ražīgums, atkarībā no apgriezieniem, diapazonā no 0.25 līdz 3 s^{-1} , pieaug gandrīz lineāri – ar salmu daļiņām līdz 3 mm tas pieaug no 0.01 līdz 0.08 kg s^{-1} , bet ar daļiņām no 3 līdz 10 mm tas pieaug no 0.01 līdz 0.05 kg s^{-1} (50. att.). Relatīvā dozēšanas konstante dozēšanas procesā svārstās no 3 līdz 11%. Relatīvās dozēšanas konstantes izmaiņu, jeb dozēšanas vienmērīgumu, ietekmē dozējamā masa: smalcināti salmi atšķiras pēc to izmēriem

un var dažādāk noorientēties uz dozatora, izraisot plūsmas intensitātes maiņu. Plūsmas nevienmērīgumu izraisa arī mainīgais spriegums, masai pieplūstot pie rotējošā dozatora.



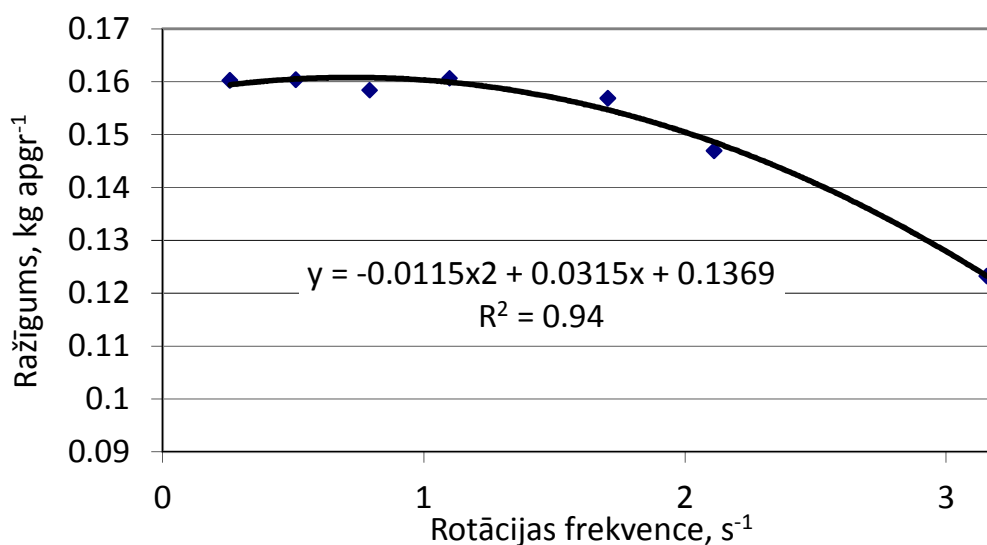
50. att. Trumuļa ražīgums

Plūsmas izmaiņas tika noteiktas ar spēka sensora palīdzību. Masai atsitoties pret spēka sensora plāksni tika izmanīts sensora izejas spriegums. Pēc 51. attēla varam secināt, ka sensora rādījumus neietekmē daļiņu lielums, jo abām daļiņu lielumu grupām rādījumi ir līdzīgi un taisnes praktiski sakrīt. Tas nozīmē, ka šāda veida sensori var tikt izmantoti smalcinātu salmu dozēšanai – procesa kontrolei.



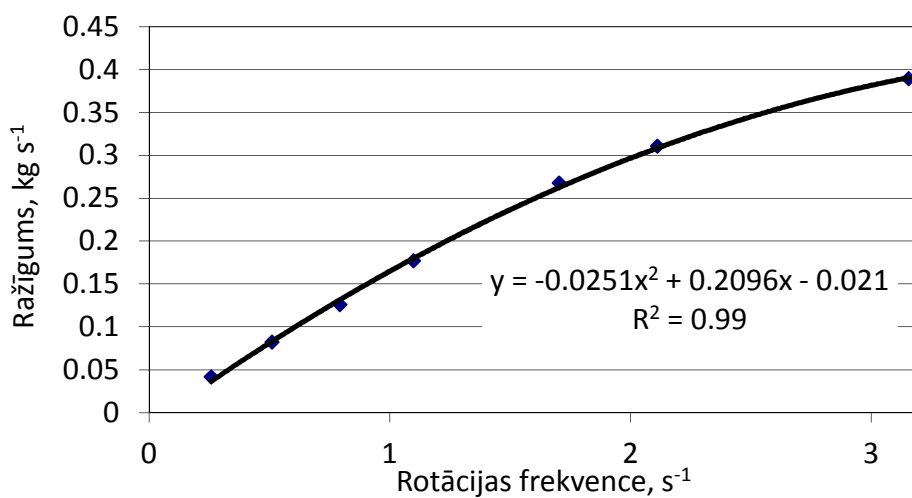
51. att. Spēka sensora vidējo rādījumu atbilstība ražīgumam

Izmantojot šo dozatoru kūdras (daļiņu lielums līdz 3 mm) dozēšanai, īpatnējais ražīgums ir 4 reizes augstāks pie rotācijas frekvences 0.25 s^{-1} , kā tas ir dozējot salmus ($< 3 \text{ mm}$) (52. att.). Daļēji šo lielo atšķirību var izskaidrot ar kūdras blīvumu, kas ir aptuveni 200 kg m^{-3} , t.i., divas reizes lielāks kā salmiem.

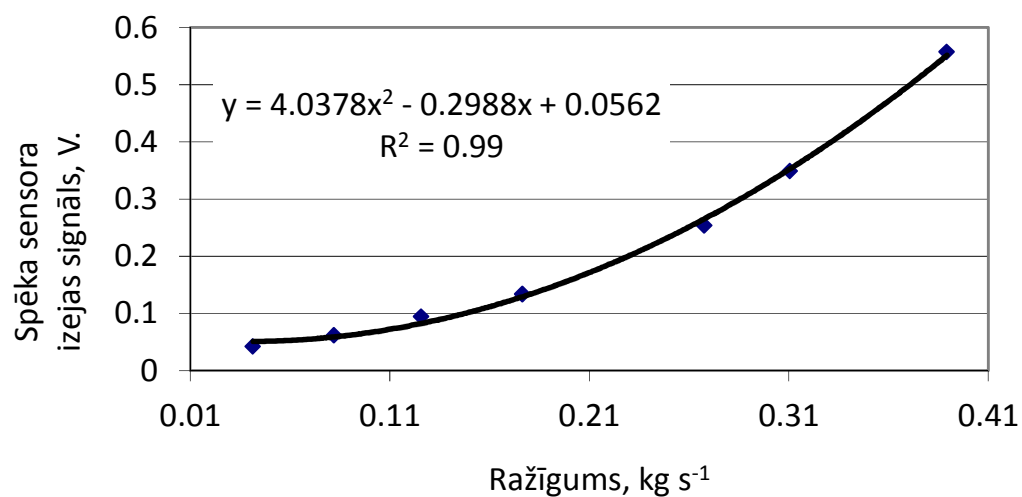


52. att. Īpatnējais ražīgums (dozējot kūdru) atkarībā no trumuļa griešanās frekvences

Palielinoties rotācijas ātrumam no 0.25 līdz 2 s⁻¹, dozatora ražīgums, dozējot kūdru, pieaug lineāri (53. att.). Šis rotācijas frekvences diapazons ir ērti izmantojams automātiskai dozatora regulēšanai. Relatīvā dozēšanas konstante kūdras dozēšanas procesā svārstās no 3 līdz 7%, kas ir salīdzinoši labāk, kā dozējot salmus. Taču jāņem vērā, ka materiāla daļiņu formas nav tik dažādas, kā tās ir salmu daļiņām.



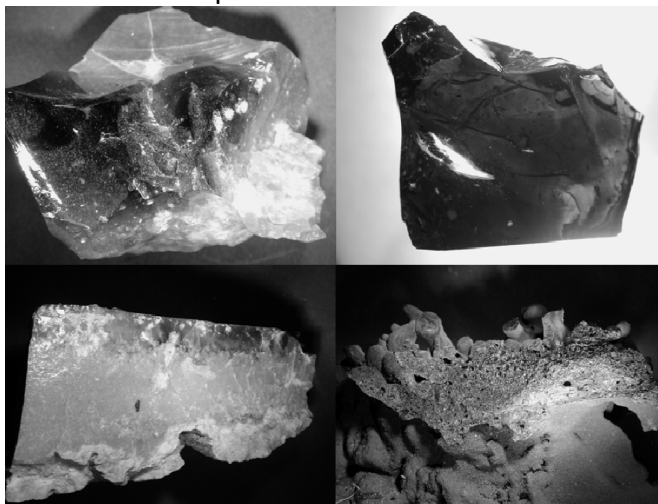
53. att. Trumuļa ražīgums (dozējot kūdru)



54. att. Spēka sensora vidējo rādījumu atbilstība
ražīgumam (dozējot kūdru)

11. MAISĪŠANAS PROCESA TEORĒTISKĀ IZPĒTE

Pieaugošais pieprasījums pēc kokskaidu granulām Eiropā, pievērš uzmanību trūkstošo izejvielu jautājumam granulū ražošanai. Tā kā kokskaidu resursi ir ierobežoti, viena no izejām ir izmantot apaļkoksnī, tomēr tas ir neizdevīgi no ilgtspējīgas attīstības, enerģētiskā un augstās cenas viedokļa. Cita iespēja ir izmantot lauksaimniecības atlikumus, kā salmi u.c. biomasa. Tāpat iespēja ir audzēt speciālas stiebraugu šķirnes ar lielu iespējamo ražu, tādus kā Miežabrāli, Ziloņzāli u.c. Lauksaimniecības atlikumu un enerģētisko augu granulū izmantošana kurināšanai nes līdzi arī problēmas, kas saistītas ar šo augu ķīmisko sastāvu. Salīdzinot ar koksnī tiem ir augstāks hlora un pelnu saturs, kas kurināšanas procesā izraisa tehnoloģiskas problēmas. Hlors izraisa apkures katlu siltumpārneses virsmu koroziju, zemā pelnu kušanas temperatūra veicina pelnu kristalizāciju (55. att.) un kurtuvju ārdū bojājumus. Kā apgrūtinājums ir arī salīdzinoši lielais pelnu saturs.



55. att. Pelnu kristalizācija [1]

Taču lietojot enerģētisko augu, kokskaidu un citu biomasu maisījumus šīs problēmas var tikt samazinātas vai novērstas.

12. MAISĪJUMA KVALITĀTES (HOMOGENITĀTES, PROPORCIJAS U.C. PARAMETRU) NOVĒRTĒŠANA DAŽĀDIEM BIOMASU VEIDIEM

Par maisījuma viendabīgumu var spriest pēc variācijas koeficienta:

$$V_m = 100 \frac{\sqrt{\frac{\sum (K_t - K_0)^2}{n-1}}}{K_t}, \quad (14)$$

kur K_t – mazākās komponentes daļa paraugā;
 K_0 – mazākās komponentes daļa ideālā maisījumā;
 n – paraugu skaits.

Nepieciešamo paraugu skaitu, kas no maisījuma tiek paņemts pēc nejaušības principa dažādās tā vietās, var noteikt pēc sekojošās nevienādības [5]:

$$n \geq \frac{t_\alpha^2 V_c^2}{\varepsilon^2}, \quad (15)$$

kur t_α – Laplasa funkcijas normālā novirze pie dotā ticamības koeficienta α ;
 α – maisījuma vienmērīguma novērtējuma ticamības koeficients;
 ε – komponentes vidējās koncentrācijas K_0 noteikšanas relatīvā robežnovirze salīdzinot ar izlases vidējo $\bar{K}$.

Lielums V_c , izpētot jauna tipa maisītāju, parasti nav zināms, šādā gadījumā to var pieņemt $V_c = 20\%$.

Minimālo pieļaujamo parauga masu var noteikt pēc formulas [5]:

$$m \approx \frac{1.26 \cdot 10^4 d^3 \rho_m}{K_0}, \quad (16)$$

kur d – maisījuma daļiņas vidējais diametrs, m;
 ρ_m – maisījuma blīvums, kg m^{-3} ;
 K_0 – komponentes koncentrācija maisījumā, %.

13. MAISĪTĀJA KONSTRUKCIJAS IZSTRĀDE. MAISĪTĀJA EKSPERIMENTĀLĀ MODEĻA IZSTRĀDE.

MAISĪTĀJA PROTOTIPA KONCEPCIJAS IZSTRĀDE

Maisīšana dozējot ir viens no maisīšanas veidiem plūsmā. Plūsmas sajaucas izplūstot no dozatoriem. Ja maisījuma kvalitāte nav apmierinoša, labi plūstošiem materiāliem iespējams izmantot statiskos maisītājus. Statiskais maisītājs birstošās masas plūsmu vairākkārtīgi sadala un pēc tam atkal savieno vienā.

Maisot plūsmā komponentes nepārtraukti tiek ievadītas maisītājā, tad samaisītas un novadītas līdz nākamam procesa solim. Maisīšanas laiks plūsmas maisītājos ir salīdzinoši īsāks par cita veida maisītājiem. Kā mīnusu var minēt masas zaudējumus, maisītājam uzsākot un beidzot savu darbu. Taču kā pozitīvu faktu var minēt, ka pat maisītājs ar augstu ražīgumu ir mazs pēc gabarītiem. Maisīšanai plūsmā nav nepieciešamas tik daudz glabāšanas tvertnes, kā tas ir cikliskajā maisīšanā. Arī automatizācijas process krietni vienkāršojas.

Maisot plūsmā, maisītājam jānodrošina, ka tajā ievadītās komponentes tiek radiāli samaisītas, t.i., perpendikulāri komponentu plūsmai. Ja dozēšanas process nav vienmērīgs, tad maisītājam jānodrošina arī masas izlīdzināšana plūsmas virzienā. Tāpēc materiāla uzturēšanās laikam maisītājā jābūt pietiekoši garam, lai to nodrošinātu.

Tabulā 1. salīdzināti cikliskas un nepārtrauktas darbības maisītāji, to izmantošanas īpatnības, atkarībā no tehnoloģiskā procesa. Analizējot 1. tabulu, atklājas vairākas priekšrocības biomasas maisīšanai ar nepārtrauktas darbības maisītāju:

- ✓ nepārtrauktas darbības maisītājs ir retāk jātīra, kas ietaupa laiku un līdzekļus;
- ✓ zemāks noslāņošanās risks;
- ✓ nav nepieciešamas lielas telpas pat maisītājiem ar lielu ražīgumu;
- ✓ maisītājs ir salīdzinoši vienkāršs, līdz ar to tā izmaksas ir zemākas kā cikliskas darbības maisītājam;
- ✓ mazam materiāla daudzumam, kas atrodas maisītājā ir relatīvi zems sprādziena bīstamības risks;
- ✓ viegli automatizējams.

1. attēlā redzamais maisītājs veidots no diviem lentas tipa dozatoriem ar īpaši veidotu profilētu virsmu. Profilētā virsma nodrošina vienmērīgu masas padevi no uzglabāšanas tvertnēm. Dozatoriem ir maināms lentes kustības ātrums un līdz ar to dozējamās masas daudzums maisījumā. Tas nozīmē, ka var tikt izveidoti dažādi maisījumi. Komponentu sastāvu nosaka ņemot vērā briketēšanas/granulēšanas īpašības, briķešu/granulu noturību transporta laikā, degšanas īpašības un izejvielu cenu.

Maisīšana ar 1. attēlā redzamo iekārtu notiek līdzīgi, kā citiem praksē sastopamiem maisītājiem, kas samaisāmās komponentes novieto slāņos. Šāda veida maisīšana sevišķi piemērota garšķiedrainiem materiāliem. Tā kā briketēšanai paredzēts izmantot arī materiālus ar garākām šķiedrām, tad šajā gadījumā maisītājs būs piemērots gan īsākām biomasas daļiņām, gan arī garākām. Maisītāja funkcionalitāti uzlabo dozatoru lentu profilēto virsmu savstarpējā mijiedarbība. Nodrošinot lentām dažādus kustības ātrumus, tiek panākts,

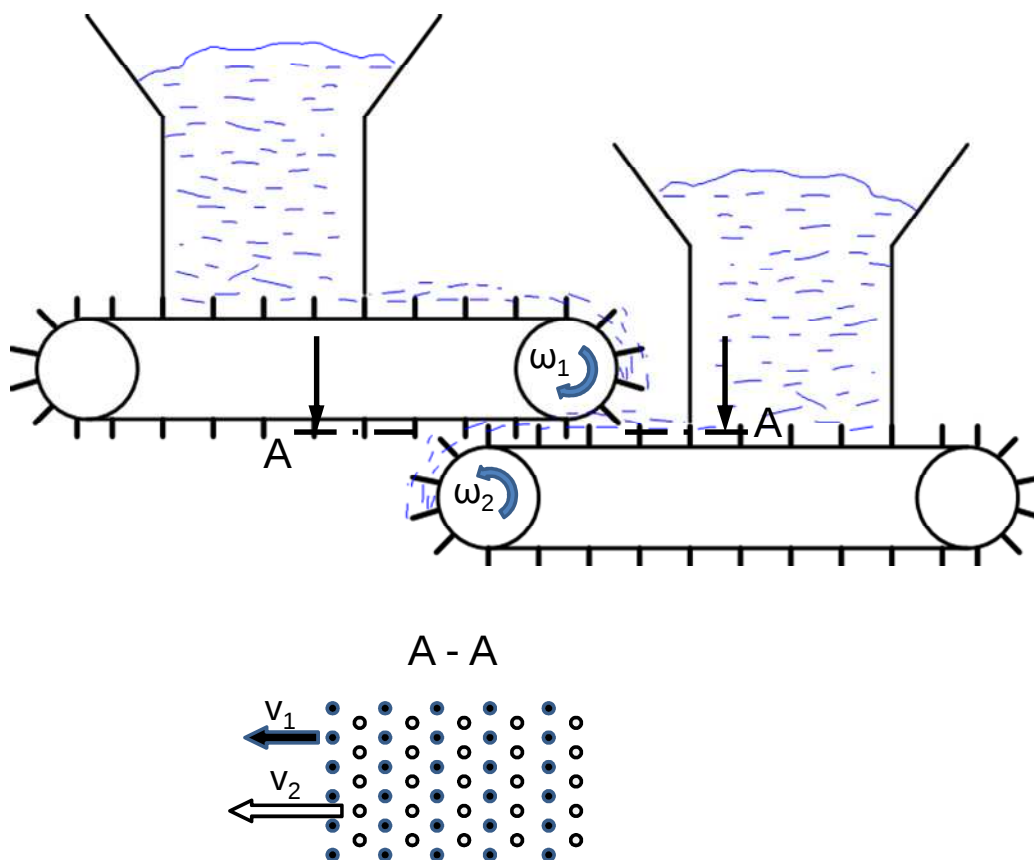
ka tās ar tapveida izcilņiem biomasu vēl papildus sajauc. Papildus maisīšana nodrošina dozatora nevienmērīgas darbības rezultātā padotas lielāka apjoma masas izlīdzināšanu un sajaukšanos ar otru komponenti. Pie kam, tā kā lentu kustības virziens sakrīt, tad tiek novērsta masas uzkrāšanās.

Dozējamo komponentu sajaukšanos pastiprina arī no augšējā dozatora krītošās masas trieciens. Šim procesam gan ir arī negatīvas sekas, t.i. birstošās masas radītiem putekļi.

1. tabula

Cikliskas un nepārtrauktas darbības maisītāju salīdzinājums

<i>Parametri</i>	<i>Cikliskas darbības</i>	<i>Nepārtrauktas</i>
Maisāmo komponentu skaits	Neierobežots skaits	2 – 10. Ja nepieciešamas vairākas komponentes, tad tās savā starpā samaisa jau iepriekš.
Maisījuma sastāva (maisījuma veida) izmaiņu biežums	Dažas reizes stundā	Sastāvam jāpaliek nemainīgam vismaz dažas stundas
Tīrīšanas biežums	Dažas reizes dienā	Vienreiz dienā vai mazāk
Ražīgums	To ierobežo tikai iekārtas izmēri.	Vairāk nekā 100 kg h ⁻¹ .
Noslāņošanās risks	Risks pastāv, tāpēc nedrīkst transportēt lielus attālumus un pēc iespējas jāsamazina starposmu glabāšanas tvertņu skaits.	Risks ir samērā zems, it sevišķi, ja maisījums tiek nogādāts tieši nākamajā etapā.
Nepieciešamā telpa	Nepieciešama salīdzinoši liela telpa, kur izvietot maisītāju un procesam nepieciešamās tvertnes.	Nav nepieciešamas lielas telpas pat maisītājiem ar lielu ražīgumu.
Prasības, kas tiek izvirzītas iekārtām	Vienkāršota dozēšana, taču augstas prasības maisīšanai.	Ļoti precīza dozēšana, taču zemas prasības maisītājam.
Drošība	Jāveic drošības pasākumi strādājot ar augstas sprādziena bīstamības materiāliem.	Mazam materiāla daudzumam, kas atrodas maisītājā ir relatīvi zems sprādziena bīstamības risks, kas atvieglo drošības pasākumus.
Automatizācija	Dažādas automatizācijas pakāpes	Viegli automatizējams



56. att. Maisītājs

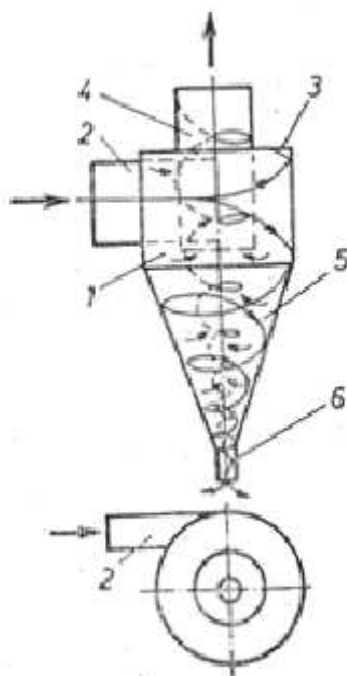
14. SMALCINĀTAS BIOMASAS UN PIEDEVU MATERIĀLU TEHNOLOĢISKAIS TRANSPORTS

CIKLONS

Sasmalcinātai biomasai izplūstot no smalcinātāja tā ir sajaukusies ar gaisu, lai to atdalītu nepieciešams izmantot ciklonus.

Ciklona darba shēma parādīta 57. attēlā. Ciklons sastāv no cilindriskas daļas (1), kurā pa cauruli (2) tangenciāli ieplūst neattīrītais gaiss. Vāks (3) nosedz cilindriskās daļas augšu.

Neattīrītajam gaisam iegūstot rotējošu kustību, cietās daļiņas centrālās spēku ietekmē tiek spiestas pie sienām un slīd uz ciklona konisko daļu (5), tad pa īscauruli (6) iebirst cieto daļiņu tvertnē. Attīrītais gaiss izplūst pa ciklona iekšējo cauruli (4).



57. att. Ciklona darba shēma:

- 1 – Cilindriskā ciklona daļa; 2 – Ieplūdes caurule; 3 – Nosegs;
4 – Izplūdes caurule; 5 – Ciklona koniskā daļa; 6 – Īscaurule.

Optimālā ciklona elementa gāzu caurplūde, $m^3 s^{-1}$, pie kuras tiek nodrošināta efektīva ciklona elementa darbība:

$$q_{opt} = \frac{\pi D^2}{4} V_{opt}$$

kur q_{opt} – optimālā ciklona elementa gāzu caurplūde, $m^3 s^{-1}$;

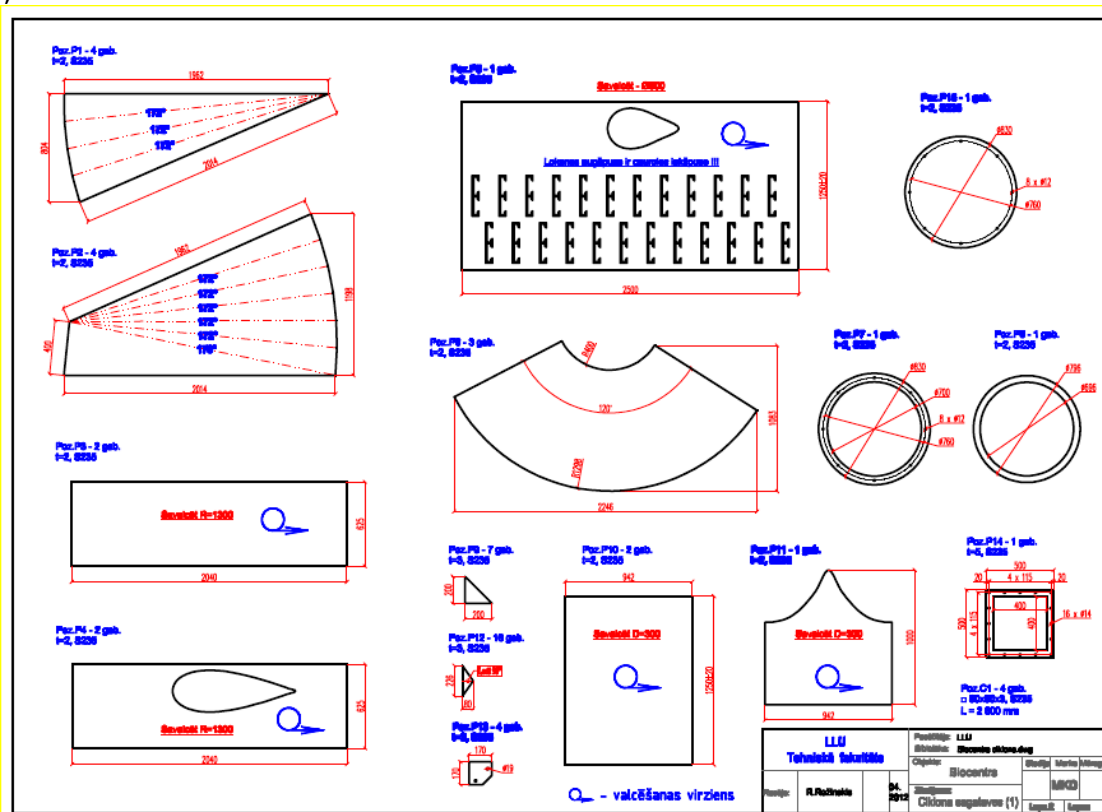
D – elementa diametrs, m ;

V_{opt} – optimālais plūsmas ātrums elementā, $m s^{-1}$.

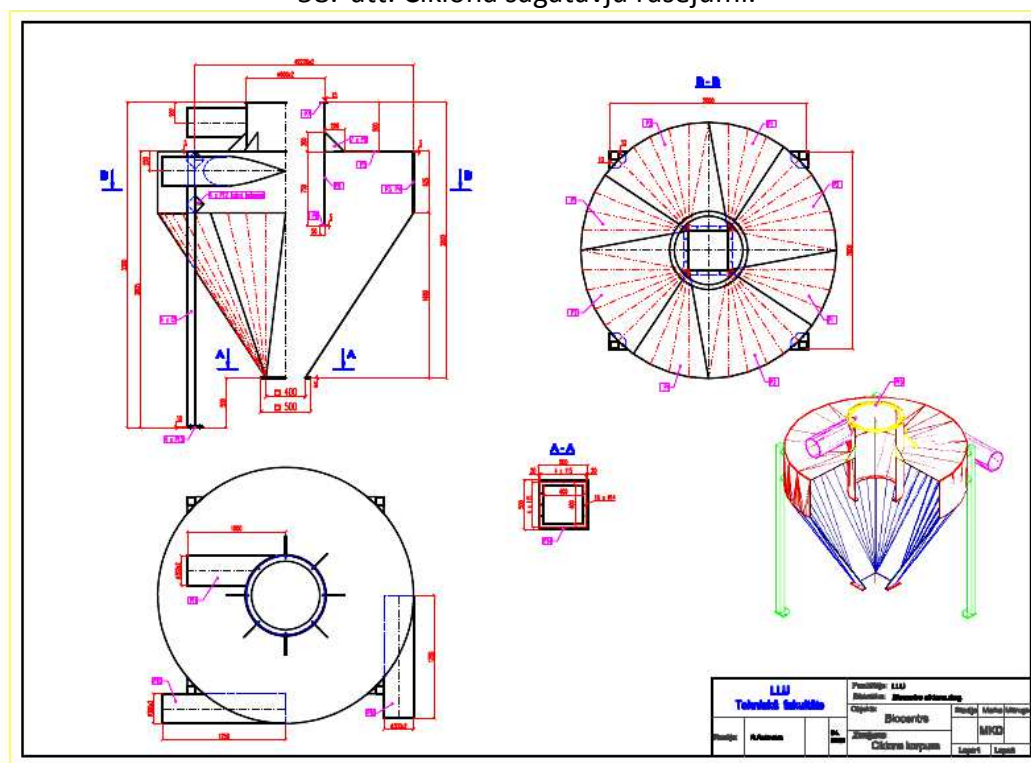
Faktiskais plūsmas ātrums ciklona elementā:

$$V = \frac{Q^2}{\pi \cdot D^2},$$

kur Q – ciklonā padoto gāzu aptuvenais daudzums, $m^3 s^{-1}$, vērtība atkarīga no izvēlēta sūkņa ražības.



58. att. Ciklona sagatavju rasējumi.



59. att. Ciklona korpusa rasējums

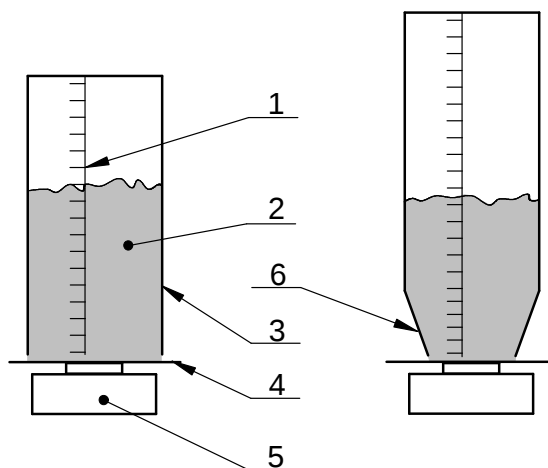
15. MAISĪŠANAS EKSPERIMENTĀLIE PĒTĪJUMI: MAISĪŠANAI NEPIECIEŠAMĀS JAUDAS NOTEIKŠANA, ĪPATNĒJAIS ENERĢIJAS PATĒRIŅŠ, ROTĒJOŠO DAĻU DINAMISKĀS LĪDZSVAROŠANAS EKSPERIMENTI, UTT.

Lai noteiktu kāds ir masas spiediens uz maisītāja konveijeriem, tika izveidota cilindriskā tvertne (diametrs 0.26 m) ar konisku piltuvi (konusa leņķis 15°, atvere 0.2 m). Tvertne tika piepildīta ar biomasu un, atkarībā no tās augstuma tvertnē, tika noteikti vertikālie spriegumi. Vertikālie spriegumi tika aprēķināti dalot, ar svariem 5, fiksēto masas 2 spiediena spēku ar saskares laukumu (60. att.).

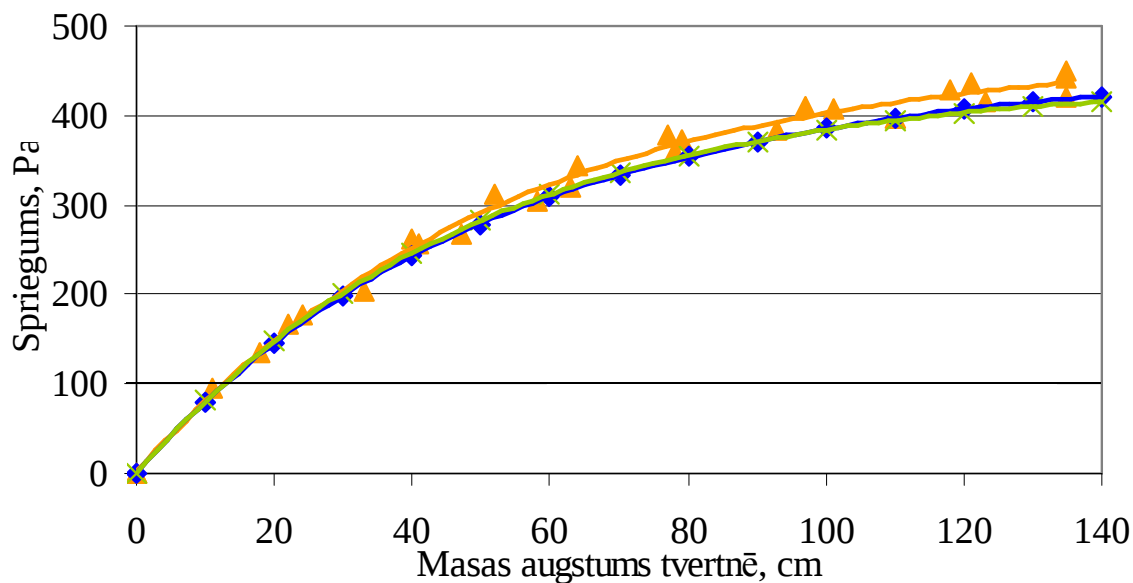
Eksperimentam tika izmantotas salmu un kūdras daļiņas, mazākas par 10 mm ar mitruma saturu ~12%. Salmu blīvums 92, bet kūdrai 140 kg m⁻³.

61. attēlā parādīts smalcināto salmu veidotais spriegums cilindriskā tvertnes daļā sasniedz 420 Pa. 62. un 63. attēlā eksperimenti veikti ar tvertni, kurai ir gan vertikālā, gan koniskā daļa. Līknes parāda, ka kūdras radītais vertikālais spriegums, pie vieniem un tiem pašiem apstākļiem, ir 1.5 reizes augstāks nekā salmiem. To var izskaidrot ar kūdras salīdzinoši augstāko blīvumu 140 kg m⁻³.

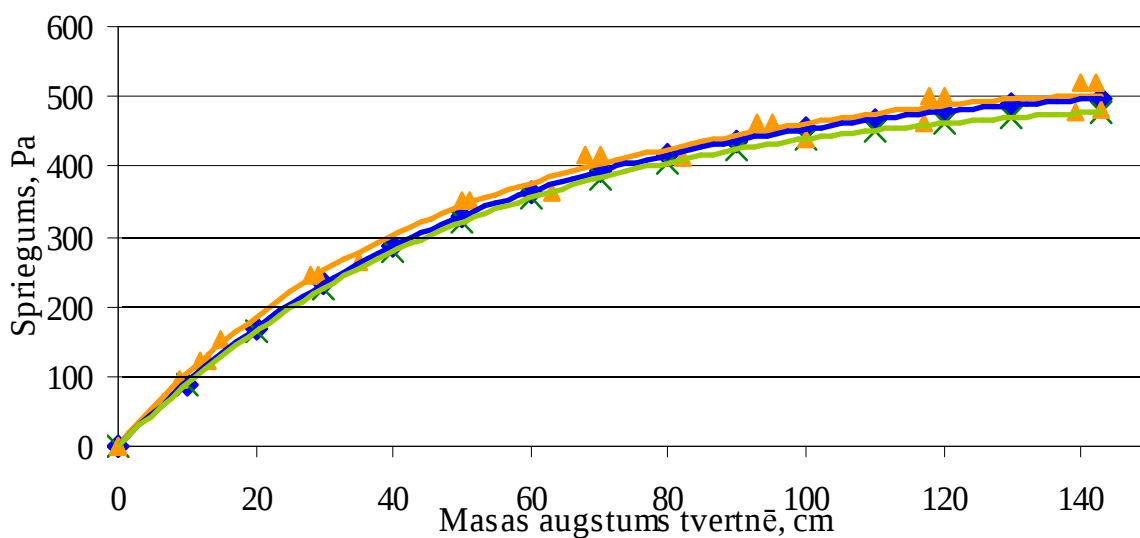
Masai sasniedzot augstumu tvertnē, kas ir vienāds ar apmēram 4 tvertnes diametriem, masas augstums vairs neietekmē vertikālā sprieguma σ_v lielumu – tas paliek konstants (62. un 63. att.). Maksimālais vertikālais spriegums mainās atkarībā no tvertnes diametra, jo lielāks diametrs, jo lielāks vertikālais spriegums. Tvertnei ar diametru 0.26 m maksimālais vertikālais spriegums glabājot smalcinātus salmus sasniedz 0.5 kPa, bet tvertnei ar diametru 1 m vertikālais spriegums sasniedz 1.8 kPa. Tas nozīmē, ka mazāka diametra tvertnēm zemāk nekā liela diametra tvertnēm sienu berze pilnībā līdzsvaro pienākošās masas radītos vertikālos spriegumus (tvertnes apakšā spriegums paliek konstants). Tāpēc tvertnes parasti veido ar mazāku diametru un augstas.



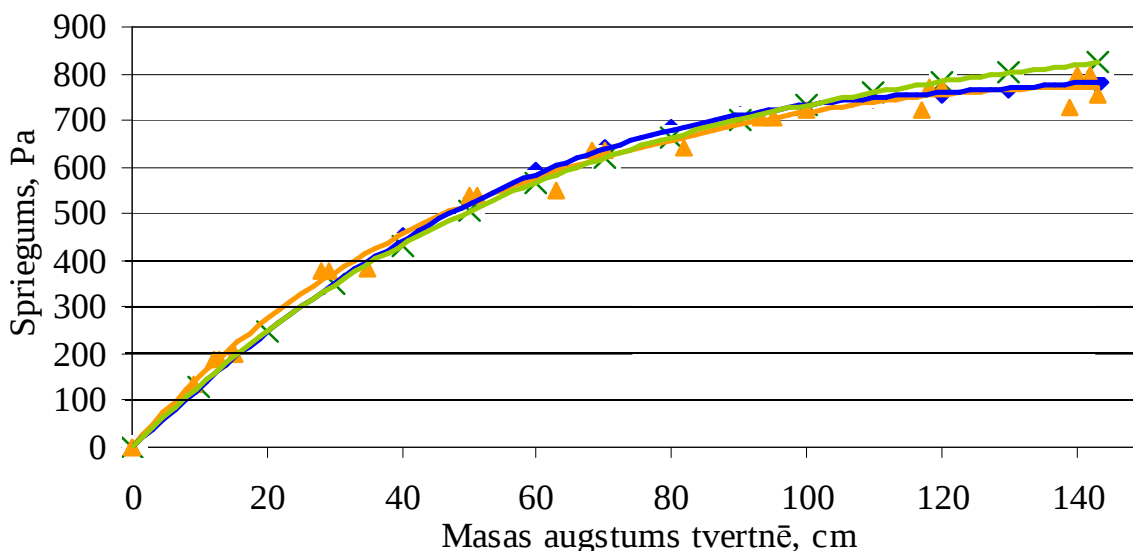
60. att. Vertikālā sprieguma noteikšana
1 – skala; 2 – smalcināta biomasas; 3 – tvertnes cilindriskā daļa; 4 – plāksne; 5 – svāri; 6 – tvertnes koniskā daļa



61. att. Vertikālā sprieguma noteikšana ar smalcinātiem salmiem
piepildītā tvertnē (tvertnes cilindriskā daļā)



62. att. Vertikālā sprieguma noteikšana ar smalcinātiem salmiem piepildītā tvertnē
(cilindriska tvertne ar konisku piltuvi)



63. att. Vertikālais spriegums tvertnē kūdrai (cilindriska tvertne ar konisku piltuvi)

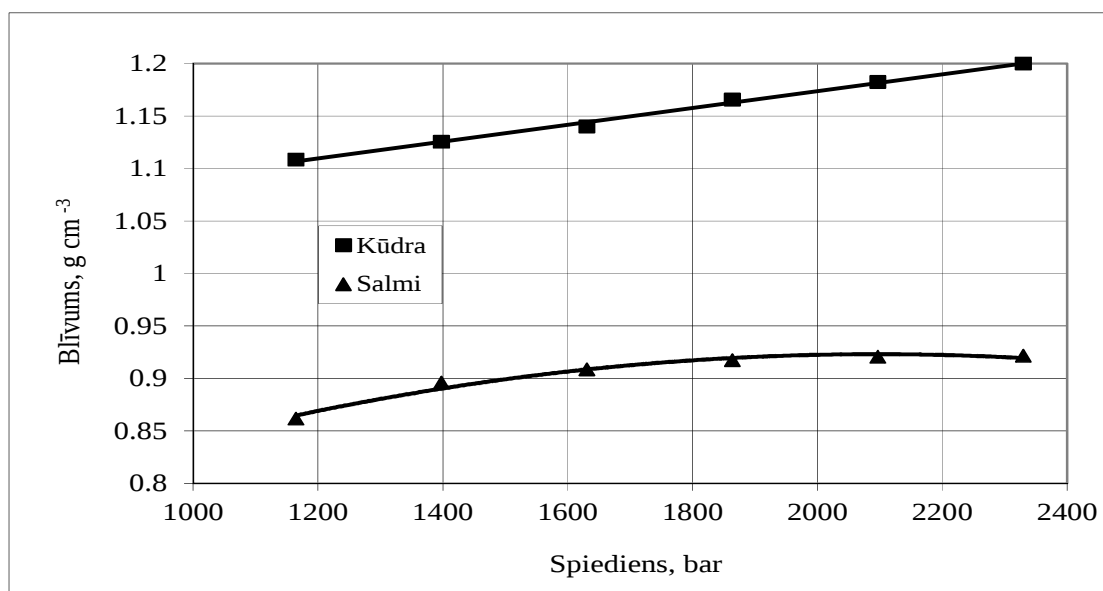
IZMANTOTĀ LITERATŪRA

1. <http://www.waset.org/journals/waset/v64/v64-177.pdf>
2. Schulze D. Fundamentals of Bulk Solids Mechanics [tiešsaiste]: [Skatīts 2012-05-10]. Pieejams: <http://www.dietmar-schulze.de/grdle1.html>
3. Brown Chris J. Silos. Fundamentals of theory, behaviour and design. London: E&FN, 1998. 836 p.
4. Schulze D. Stresses in Silos [tiešsaiste]: [skatīts 2012-05-05]. Pieejams: www.dietmar-schulze.de/spanne.html
5. Борщев В.Я., Гусев Ю.И., Промтов М.А., Тимонин А.С. Оборудование для переработки сыпучих материалов. Москва: Издательство машиностроение-1. 2006. 149 с.

16. BRIKETĒŠANAS, GRANULĒŠANAS PROCESA TEORĒTISKĀ IZPĒTE

Kompaktēšanas eksperimenti tika veikti slēgta tipa matricā ar sasmalcinātiem salmiem. Iepriekš sasmalcināti salmi tika sijāti ar dažāda izmēra sietiem un sadalīti dažādās smalkuma grupās. 2 – 3 mm smalcināti salmi un izsijāta kūdra (< 3 mm) tika izmantota kompaktēšanas eksperimentos. Salmu un kūdras maisījumu mitruma saturs nepārsniedz 10%.

Kompaktēšana tika veikta pie dažādiem spiedieniem (1165 – 2330 bar), kā rezultātā iegūstam briketes ar dažādiem blīvumiem. Vairākās Eiropas valstīs ir standarti (ÖNORM 7135, SS 18 71 20 un DIN 51731), kas saistīti ar koka granulu un brikešu īpašībām. Brikešu blīvumam vajadzētu būt lielākam par $> 1.0 \text{ g cm}^{-3}$. Blīvuma aprēķinam briketes masa tiek mērīta ar elektroniskajiem svāriem Sortorius GM 312 ar 0.01 g precizitāti un briketes izmēri tiek mērīti ar bīdmēru, kura precizitāte ir 0.01 mm. Vispirms salmi un kūdra tika kompaktēta atsevišķi.



64. att. Salmu un kūdras blīvums atkarībā no spiediena

Pētījuma mērķis ir atrast teorētisko un eksperimentālo maisījuma blīvumu, ja ir zināms salmu un kūdras blīvums atkarībā no spiediena. Salmu un kūdras blīvums atkarībā no spiediena ir redzams 64. att.

Jebkuras atsevišķas vielas blīvumu var noteikt, attiecinot dotās vielas masu pret tās aizņemto tilpumu, ko izsaka šādi:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

kur: ρ – blīvums, kg m^{-3} ;
 m – masa, kg;
 V – tilpums, m^3 .

Lai noteiktu blīvumu biomasas maisījumam kopumā ir nepieciešams aprēķināt piejaukuma masas koeficientu:

$$k = \frac{m_1}{m_1 + m_2} \quad (2)$$

kur k – piejaukuma masas koeficients;
 m_1 – pamat komponentes masa, kg;
 m_2 – piejaukuma komponentes masa, kg.

Blīvums, kuru iegūst izveidojot maisījumu no vienāda lieluma komponentu daļiņām, ir izsakāms:

$$\rho = \frac{\frac{m_1 + m_2}{\frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2}}}{\rho_1 + \rho_2} \quad (3)$$

kur ρ_1 – blīvums pamata komponentei, kg m⁻³;
 ρ_2 – blīvums piejaukuma komponentei, kg m⁻³.

Izsakot no izteiksmes (2) pamata sastāva masu, to var noteikt eksperimentāli ar formulu (4), ja zināma piejaukuma komponentes masa un piejaukuma koeficients:

$$m_1 = \frac{k}{1-k} \cdot m_2 \quad (4)$$

Apvienojot vienādojumus (3) un (4) iegūst, ka:

$$\rho = \frac{\frac{k}{1-k} \cdot m_2 + m_2}{\frac{k}{1-k} \cdot \frac{m_2}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2}} \quad (5)$$

Vienkāršojot izteiksmi (5) iegūst, ka:

$$\rho = \frac{\rho_1 \cdot \rho_2}{k \cdot \rho_2 + (1-k) \cdot \rho_1} \quad (6)$$

Pie zināmas maisījuma komponentu blīvuma attiecības:

$$C = \frac{\rho_1}{\rho_2} \quad (7)$$

kur C – maisījuma komponentu blīvuma attiecība.

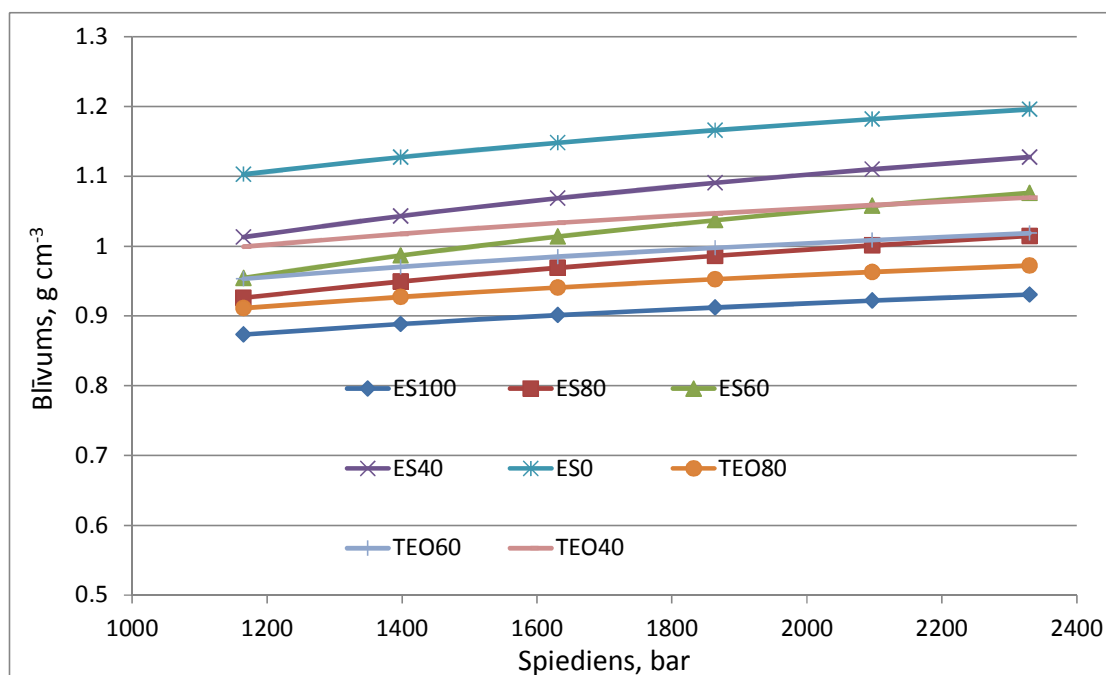
Iegūst, ka maisījuma blīvums ir:

$$\rho = \frac{\rho_2^2 \cdot C}{k \cdot \rho_2 + (1-k) \cdot \rho_2 \cdot C} \quad (8)$$

Vienkāršojot izteiksmi (8) iegūst, ka:

$$\rho = \frac{\rho_1}{k + (1-k) \cdot C} \quad (9)$$

Zinot salmu un kūdras blīvuma datus var aprēķināt salmu un kūdras maisījuma blīvumu ar (9) formulu. Salmu un kūdras maisījumu teorētiskās un eksperimentālās vērtības ir redzamas nākošajā attēlā (att. 65.).



65. att. Salmu un kūdras maisījuma blīvums atkarībā no spiediena (ES100 – 100% salmu eksperimentālās vērtības; ES80 – 80% salmu eksp. vērtības; ES60 – 60% salmu eksp. vērtības; ES40 – 40 salmu eksp. vērtības; ES0 – 100% kūdras eksp. vērtības; TEO80 – 80% salmu teorētiskās vērtības; TEO60 – 60% salmu teorētiskās vērtības; TEO40 – 40% salmu teorētiskās vērtības)

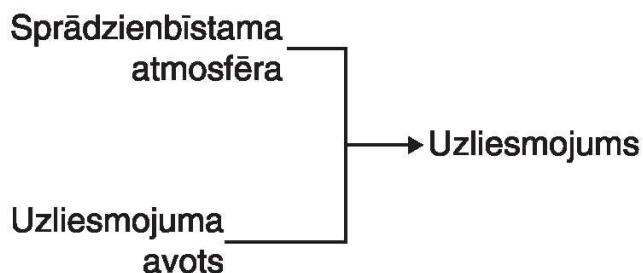
Eksperimentāli noteiktais salmu briķešu blīvums ir robežās no 0.87 – 0.93 g cm⁻³ un briketētas kūdras eksperimentāli noteiktais blīvums mainās no 1.1 -1.2 g cm⁻³ pie dažādiem presēšanas spiedieniem. Eksperimentāli kompaktētas salmu un kūdras maisījuma briķešu blīvuma vērtības ir starp salmu un kūdras briķešu blīvuma datiem pie tā paša kompaktēšanas spiediena. Salmu un kūdras briķešu teorētiski aprēķinātās vērtības ir attēlotas 65. attēlā. Salmu un kūdras maisījuma teorētiskās vērtības ir lielākas par eksperimentāli noteiktajām. Atšķirība starp eksperimentāli noteiktajām un teorētiski aprēķinātām blīvuma vērtībām ir no 1.8% – 5.8%.

BRIKETĒŠANAS UN GRANULĒŠANAS TEHNOĻOĢISKAJĀ PROCESĀ RADĪTO PUTEKĻU UGUNSNEDROŠĪBAS UN SPRĀDZIENBĪSTAMĪBAS RISKU IZPĒTE

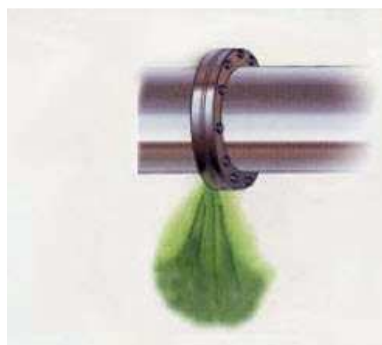
Potenciāli sprādzienbīstamā bīstamā un ugunsnedrošā vidē jāvadās no Ministru kabineta 2003.gada 10.jūnija noteikumiem Nr.300 „Darba aizsardzības prasības darbā sprādzienbīstamā vidē” (atbilstoši ES direktīvai 1999/92/EC 2 „Eiropas Parlamenta un Padomes 1999.gada 16.decembra Direktīva par obligātām prasībām to strādnieku drošības un veselības aizsardzības uzlabošanai, kas pakļauti sprādzienbīstamas vides draudiem”), Darba aizsardzības likuma un Ministru kabineta 2003.gada 26.jūnija noteikumiem Nr. 336 „Noteikumi par sprādzienbīstamā vidē lietojamām iekārtām un aizsargsistēmām” (parasti dēvētiem par ATEX (iekārtas sprādzienbīstamā vidē) noteikumiem, atbilstoši ES direktīvai 94/9/EC 3 „Eiropas Padomes 1994.gada 23.marta Direktīva par dalībvalstu likumu saskaņošanu attiecībā uz sprādzienbīstamā vidē izmantojamām iekārtām un aizsargsistēmām”

Sprādziena risks jānovērtē kopumā. Jāņem vērā, ka risku var radīt šādi faktori:

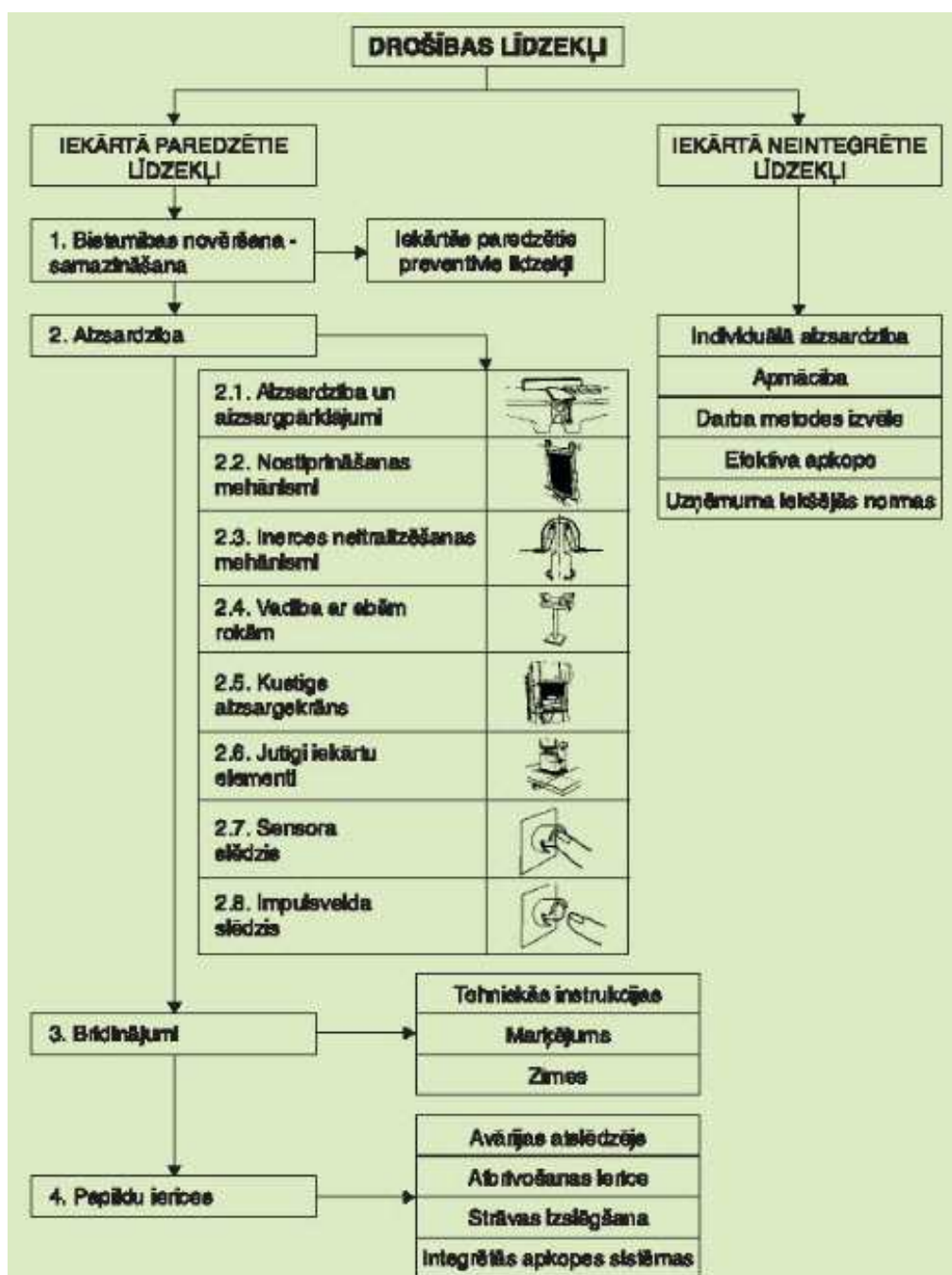
- ✓ - izmantotais darba aprīkojums;
- ✓ - uzņēmuma ēkas, iekārtas, instalācijas un to konfigurācija;
- ✓ - izmantotās vielas un produkti;
- ✓ - darba un procesu apstākļi vai nosacījumi;
- ✓ - visu faktoru iespējamā mijiedarbība vienam ar otru un darba vidi.

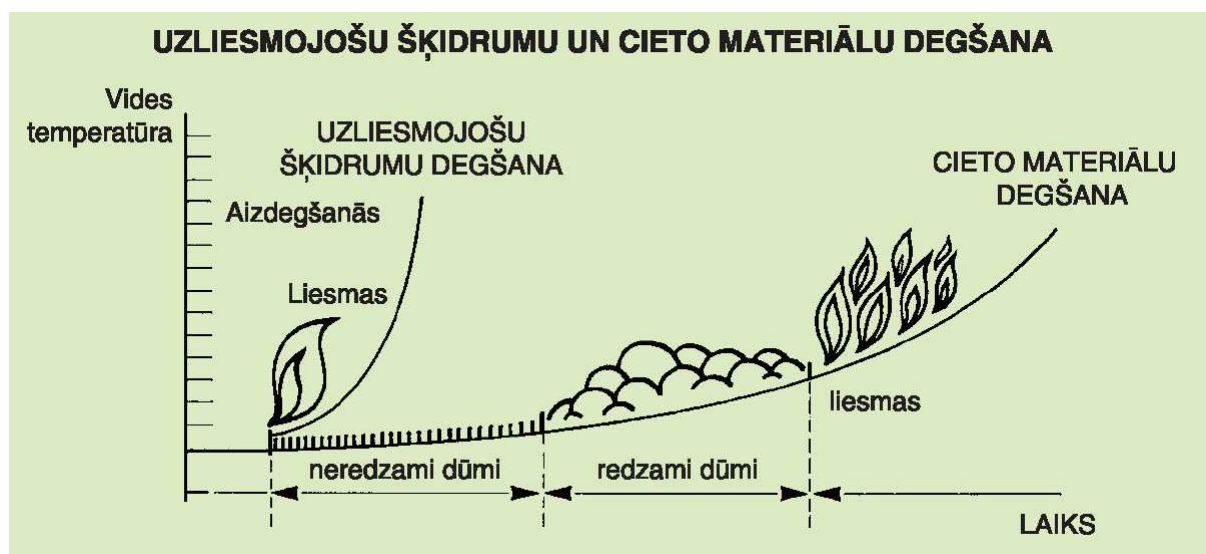


Novērtējot risku, jāņem vērā, ka sprādziendrošības riski ir vispārīgi pamatoti tikai apkārtējās vides apstākļos. Piemēram: minimāla uzliesmošanas enerģija var tikt ievērojami samazināta paaugstinātā skābekļa koncentrācijā vai temperatūrā; Augsts sākotnējais spiediens izraisa augstāku maksimālo sprādziena spiedienu; Diapazons starp sprādzienbīstamības robežvērtībām ir paplašināts paaugstinātā temperatūrā un spiedienā. Tas nozīmē, ka zemākā sprādzienbīstamības robežvērtība var būt vēl zemāka un augstākā - vēl augstāka. Blīvuma rādītāji gaisā – jo gāzes un tvaiki ir smagāki, jo ātrāk tie nosēžas, pakāpeniski sajaucoties ar esošo gaisu un uzkrājoties padziļinājumos, cauruļvados un šahtās.



PREVENTĪVĀS DARBĪBAS POSMI





LITERATŪRA, INFORMĀCIJAS AVOTI:

LR standarti

LVS EN 50281-3:2002 Viegli uzliesmojošu putekļu klātbūtnē izmantojama iekārta - 3.daļa: Viegli uzliesmojošu putekļu esošas vai iespējamās klātbūtnes zonu klasifikācija

LVS EN 1127-1:1997 Sprādzienbīstama vide - Sprādziena novēršana un aizsardzība - 1.daļa: Pamatnostādnes un metodoloģija

LVS EN 12874:2002 Liesmu norobežotāji - Eksploatācijas prasības, pārbaužu metodes un lietošanas ierobežojumi

LVS EN 60079-10:2003 Elektroaparātūra sprādzienbīstamā gāzu vidē - 10.daļa: Bīstamās vides klasifikācija

LVS EN 1839:2003 Gāzu un tvaiku eksplozijas robežu noteikšana

LVS EN 13237:2003 Sprādzienbīstama vide - Sprādzienbīstamai videi paredzētu iekārtu un aizsardzības sistēmu termini un definīcijas

LVS EN 13673-1:2003 Gāzu un tvaiku eksplozijas maksimālā spiediena un spiediena pieauguma maksimālā ātruma noteikšana - 1.daļa: Eksplozijas maksimālā spiediena noteikšana

LVS EN 13821:2003 Sprādzienbīstama vide - Sprādziena novēršana un aizsardzība - Putekļu/gaisa maisījumu minimālās aizdegšanās enerģijas noteikšana

LVS EN 13980:2003 Sprādzienbīstama vide - Kvalitātes sistēmu lietošana

17. MOBILĀ BRIKETĒTĀJA PROTOTIPA IZSTRĀDE UN BRIKETĒŠANAS, GRANULĒŠANAS PROCESA EKSPERIMENTĀLIE PĒTĪJUMI (DAŽĀDU BIOMASU MAISĪJUMA GRANULĒŠANA/ BRIKETĒŠANA, ĪPATNĒJĀ ENERĢIJAS PATĒRIŅA NOTEIKŠANA, UTT.).

HIDRAULISKS KOMPAKTĒŠANAS MEHĀNISMS

IZGUDROJUMA APRAKSTS

Izgudrojums attiecas uz kompaktēšanas mehānismiem, kurus darbina ar hidraulisko piedziņu.

Ir zināms preses stieņmehānisms (patents RU 2425730), kurā preses puansons pievienots statnei ar sviru mehānismu, ko darbina hidrauliskā piedziņa. Šī mehānisma trūkums ir sviru sloojums liecē, kas palielina mehānisma gabarītus un metālietilpību.

Zināmajā hidrauliskās giljotīnas preses mehānismā (patents CH 681872 A5) puansons ir pievienots statnei izmantojot hidrocilindru un trīs stieņu pārus. Šim mehānismam ir palielināti gabarīti, kas nodrošina giljotīnas preses puansona kustības paralelītāti.

Tehniskais uzdevums, ko risina piedāvātais izgudrojums ir samazināt mehānisma gabarītus un nodrošināt puansona darbības iespēju slīpumos. Šis mērķis – funkcionālo iespēju paplašināšana, piedāvātajā izgudrojumā ir panākts starp statni un presēšanas puansonu pievienojot, simetriski ar šarnīru starpniecību, vienāda garuma locekļu pārus, kas saistīti ar hidrauliskā cilindra šarnīriem. Konkrētos izpildījumos, savienojot hidrocilindra kātu kustīgi ar locekļu pāra šarnīra tapu, caur tajā izveidotu atveri un pievienojot šai tapai ar stieņiem hidrocilindra šarnīru, panāk kompakto puansona piedziņas mehānismu.

Fig.1 parādīta piedāvātā mehānisma shēma.

Kompaktēšanas mehānisma statnei 1 un puansonam 2 ir pievienoti ar šarnīriem 3 vienāda garuma locekļu pāri 4, kas ir saistīti ar hidrocilindra 5 šarnīru 6. Konkrētos izpildījumos iespējams hidrocilindra 5 kātu 7 kustīgi savienot ar šarnīra tapu 8 caur atveri 9 un savienot šo tapu 8 izmantojot stieņus 10 ar hidrocilindra šarnīru 6. Statnei 1 ir piestiprināta presforma 11 ar kompaktējamo masu 12.

Mehānisma darbība ir sekojoša: ievirzot hidrocilindrā 5 kātu 7, gājiena beigās notiek vienāda garuma locekļu pāru 4 nostāšanās uz taisnām līnijām, kam atbilst puansona 2 pilns gājiens lejup un kompaktējamās masas 12 saspiešana presformā 11. Izbīdot kātu 7 no hidrocilindra 5 notiek puansona 2 pacelšanās un iziešana no presformas 11, ļaujot tajā iebirt kompaktējamai masai 12. Tālāk seko kāta 7 ievirzīšana hidrocilindrā 5 un darbība atkārtojas.

Piedāvātais hidrauliskais kompaktēšanas mehānisms ir ieteicams izmantošanai mobilās iekārtās, kur tā darbība var notikt puansonam darbojoties dažādos slīpumos. Kompaktēšana var tikt veikta slēgtas un arī nepārtrauktas plūsmas presformā, attiecīgi projektējot kompaktētās masas aizvākšanu un jaunas masas iepildīšanu.

PRETENZIJAS

- 1) Hidraulisks kompaktēšanas mehānisms, kurš satur hidrocilindru un stieņmehānismu un atšķiras ar to, ka, ar mērķi paplašināt mehānisma funkcionālās iespējas, starp statni un presēšanas puansonu ar šarnīru starpniecību simetriski ir pievienoti vienāda garuma locekļu pāri, kas saistīti ar hidrauliskā cilindra šarnīriem.
- 2) Hidraulisks kompaktēšanas mehānisms saskaņā ar 1. punktu, kurš atšķiras ar to, ka hidrocilindra kāts ir kustīgi savienots ar locekļu pāra šarnīra tapu, kurai ar stieņiem ir pievienots hidrocilindra šarnīrs.

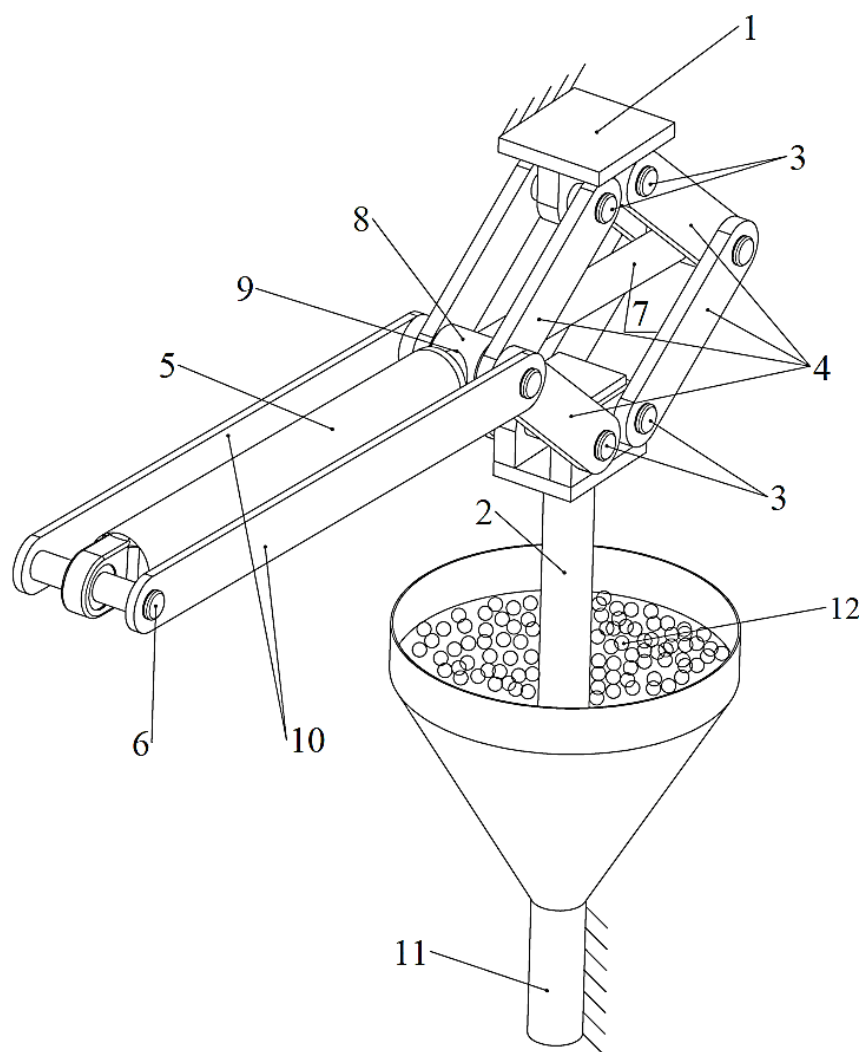


Fig.1.

KOPSAVILKUMS

HIDRAULISKS KOMPAKTĒŠANAS MEHĀNISMS

Izgudrojums attiecas uz kompaktēšanas mehānismiem, kurus darbina ar hidraulisko piedziņu.

Tā mērķis ir kompaktēšanas mehānisma funkcionālo iespēju paplašināšana, samazinot mehānisma gabarītus un nodrošinot puansona darbības iespēju slīpumos. Tas ir panākts starp statni un presēšanas puansonu pievienojot, simetriski ar šarnīru starpniecību, vienāda garuma locekļu pārus, kas saistīti ar hidrauliskā cilindra šarnīriem. Konkrētos izpildījumos, savienojot hidrocilindra kātu kustīgi ar locekļu pāra šarnīra tapu, caur tajā izveidotu atveri un pievienojot šai tapai ar stieņiem hidrocilindra šarnīru, panāk kompakta puansona piedziņas mehānismu.

Piedāvātais hidrauliskais kompaktēšanas mehānisms ir ieteicams izmantošanai mobilās iekārtās, kur tā darbība var notikt puansonam darbojoties dažādos slīpumos. Kompaktēšana var tikt veikta slēgtas un arī nepārtrauktas plūsmas presformā, attiecīgi projektējot kompaktētās masas aizvākšanu un jaunas masas iepildīšanu.

ABSTRACT

HYDRAULIC COMPACTING MECHANISM

The invention relates to compacting machinery, powered by a hydraulic drive.

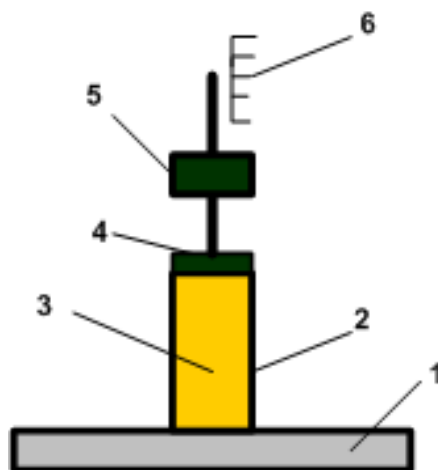
Its purpose is to expand functional capacity of compacting mechanism by reducing the dimensions of the mechanism and providing possibility of punch operating at different inclination. It has been provided connecting press punch and frame via symmetrically added the pairs of equal length links connected with the hydraulic cylinder pivots. The particular use in the design of compacting mechanism is connecting the rod of hydraulic cylinder with the pivot pin through the hole in it and linking this pivot pin with the pivot pin of the hydraulic cylinder barrel by means of rod links. The proposed hydraulic compacting mechanism is recommended for use in mobile devices where is possibility of punch operating at different inclination. Compacting may be performed in a closed and the continuous flow dies.

KOMPAKTĒTĀJA EKSPERIMENTĀLO PĒTĪJUMU METODIKA

Eksperimentālo pētījumu mērķis: Noteikt sasmalcinātas biomasas blīvuma palielināšanas iespējas primārā kompaktēšanā saspiežot ar nelielu (1-3 bar) spiedienu.

Pētījumu iekārtas:

- 1) Iekārta fiksētas slodzes pielikšanai (66. att.).
- 2) Zwick TC-FR2.5TN.D09 mainīgas slodzes pielikšanai (67. att.).



66. att. Fiksētas slodzes iekārta

1 – pamatne; 2 – cilindrs; 3 – biomasas; 4 – virzulis ar kātu; 5 – atsvars;
6 – pārvietojuma mērītājs



67. att. Zwick TC-FR2.5TN.D09 materiālu pārbaudes mašīna

Pētījumu metodika :

a) Strādājot ar fiksētas slodzes iekārtu (66. att.):

- 1) Nosver cilindru 2
- 2) Iepilda cilindrā 2 sasmalcinātu, izsijātu biomasu 3
- 3) Nosver cilindru 2 kopā ar biomasu 3
- 4) Novieto virzuli ar kātu 4 virs biomasas 3 augšējās virsmas
- 5) Uzliek atsvaru 5, noslogojot virzuli 4
- 6) Nomēra virzuļa 4 pārvietojumu pie mērītāja 6
- 7) Aprēķina virzuļa spiedienu uz biomasu 3
- 8) Aprēķina biomasas tilpumu pie noteiktā spiediena
- 9) Aprēķina biomasas blīvumu pie noteiktā spiediena
- 10) Mērījumus atkārto ar dažāda smalkuma biomasām.

b) Strādājot ar Zwick TC-FR2.5TN.D09 (67. att.) materiālu pārbaudes mašīnu;

(izmanto to pašu cilindru kā iepriekš, tikai šeit izmanto pārbaudes mašīnas žokļos iestiprinātu virzuli)

- 1) Nosver cilindru 2
- 2) Iepilda cilindrā 2 sasmalcinātu, izsijātu biomasu
- 3) Nosver cilindru 2 kopā ar biomasu 3
- 4) Novieto virzuli ar kātu 4 virs biomasas 3 augšējās virsmas
- 5) Saspiež biomasu cilindrā līdz noteiktam maksimālajam spiedienam, vienlaicīgi pierakstot virzuļa saspiedējspēku un pārvietojumu
- 6) No pierakstītajiem datiem aprēķina biomasas blīvuma atkarību no spiediena noteiktā smalkuma biomasai
- 7) Mērījumus atkārto ar dažāda smalkuma biomasām.

No veiktajiem pētījumiem iegūtajiem datiem veic matemātisko apstrādi un analizējot pētījumu rezultātus nosaka primārās kompaktēšanas lietderību dažāda smalkuma frakcijām.

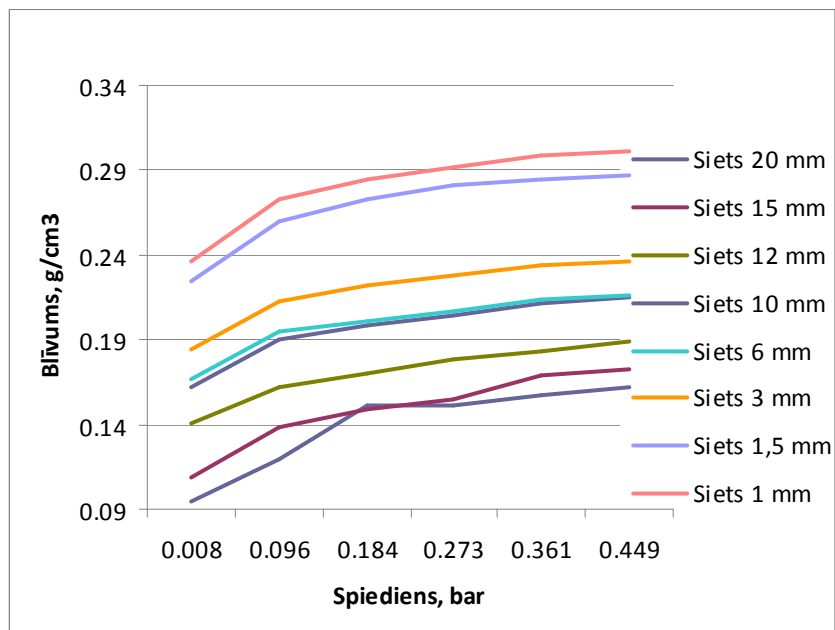
KOMPAKTĒŠANAS EKSPERIMENTU REZULTĀTU APKOPOJUMS

Izgatavotā iekārta kompaktēšanai ar fiksētu slodzi ir parādīta 68. attēlā. Tā tiek izmantota, lai konstatētu sasmalcinātās biomasas blīvuma izmaiņu pie nelieliem spiedieniem (< 0.5 bar).

Apkopotie mērījumi ar šo iekārtu, kuri veikti kompaktējot veserīšu dzirnavās sasmalcinātu niedru biomasu (izmantojot dažādus sietu izmērus) redzami 69. att..



68. att. Iekārta kompaktēšanai ar fiksētu slodzi



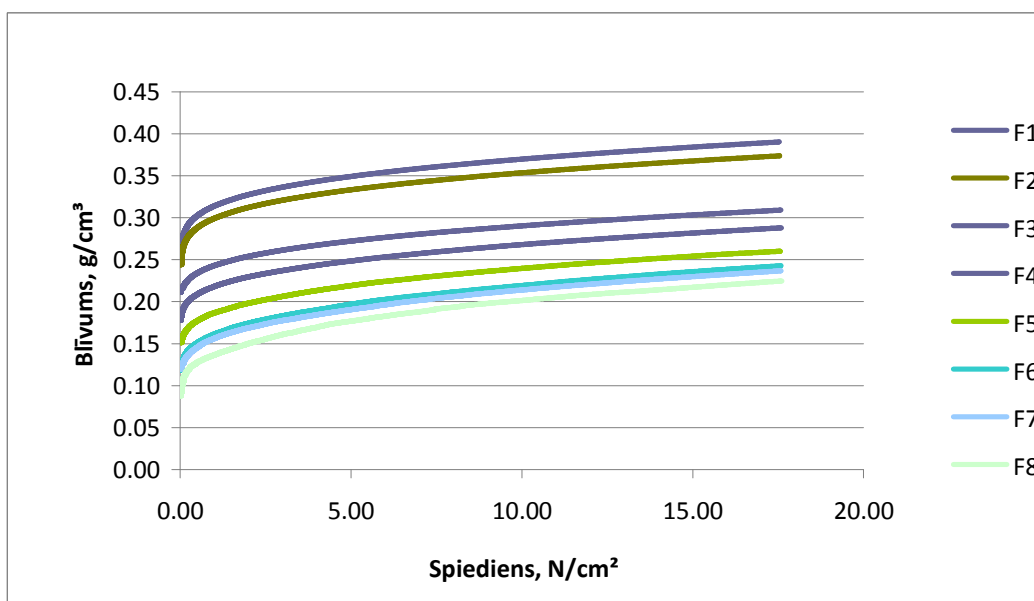
69. att. Blīvumu salīdzinājums dažāda smalkuma biomasas kompaktēšanā

Iekārta Zwick TC-FR2.5TN.D09 darbībā, kompaktējot sasmalcinātu niedru biomasu ir parādīta 70. att..



70. att. Sasmalcinātas niedru biomasas kompaktēšana ar Zwick TC-FR2.5TN.D09

Apkopotie mērījumi ar šo iekārtu, kuri veikti kompaktējot veserīšu dzirnavās sasmalcinātu niedru biomasu (izmantojot dažādus sietu izmērus) redzami 71. att..



71. att. Blīvumu salīdzinājums dažāda smalkuma biomasas kompaktēšanā

18. BRIKEŠU UN GRANULU KVALITĀTES TEORĒTISKĀ IZPĒTE

BRIKEŠU PĀRBAUDES METODIKA

Brikešu vai granulu pārbaudāmo masu ievieto pārbaudes ierīces trumulī. Pārbaudāmās brikešu vai granulu masas nedrīkst pārsniegt $2 \pm 0,1$ kg. Tālāk pārbaudes ierīces trumulis tiek rotēts ar $21 \pm 0,1$ apgriezienu minūtē piecas minūtes. Var arī rotēt trumuli 105 apgriezienus īsākā laikā, bet ir nosacījums, ka trumulis ir jārotē $105 \pm 0,5$ apgriezienus.

Pēc brikešu rotēšanas trumulī, tās tiek iebērtas traukā, kura dibens ir siets. Sieta izmēru izvēlas aptuveni $2/3$ no briketes diametra, bet nelielāku par 45 mm. Siets tiek izvēlēts izmēru diapazonā no 16 – 45 mm pēc ISO 3310 – 1. Sijāšana tiek veikta ar mehāniskām vai manuālām svārstībām, līdz visas smalkās daļiņas ir atsijātas. Paraugus, kas paliek sietā nosver un brikešu izturību aprēķina pēc formulas (1).

$$DU = \frac{m_A}{m_E} \cdot 100\%,$$

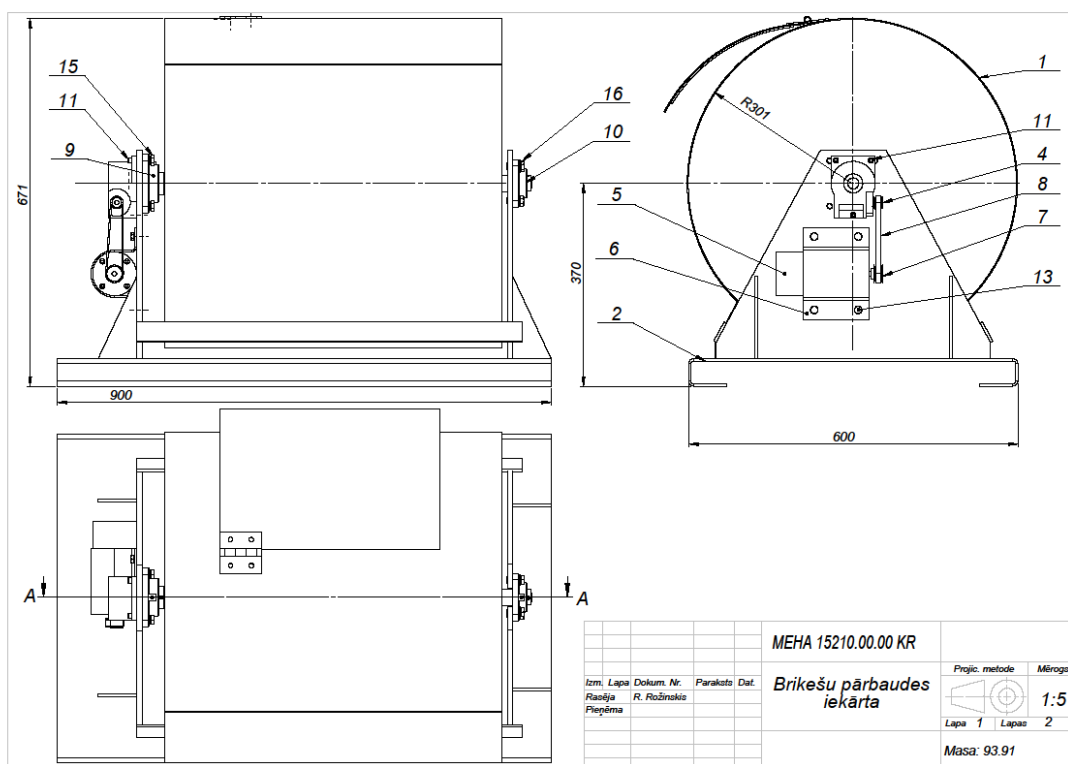
kur DU – brikešu mehāniskā noturības, %,
 m_A – brikešu masa pirms sijāšanas, g,
 m_E – brikešu masa pēc sijāšanas, g.

BRIKEŠU PĀRBAUDES IEKĀRTA

Lai noteiktu faktisko brikešu un granulu izturību, nepieciešams uzkonstruēt zemāk attēlā redzamo brikešu pārbaudes iekārtu, kuras gabarītmēri ir 602 mm platums, augstums 671 mm. Brikešu pārbaudes iekārtas garums ir 900 mm.

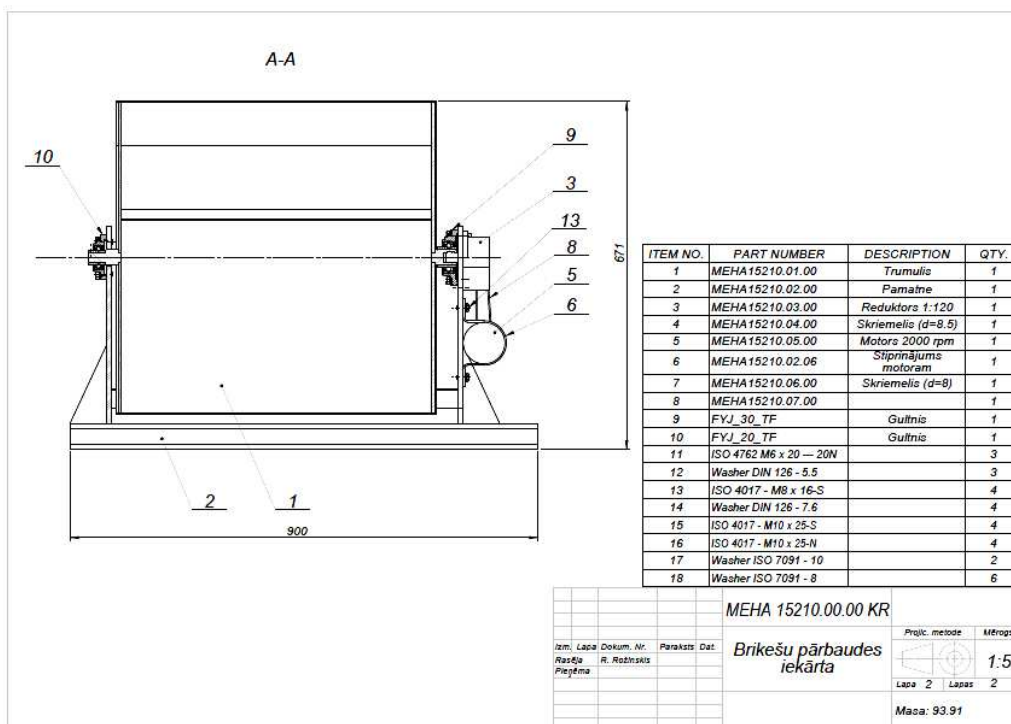
1. tabula **Produktu raksturrādītāji**

Produkts	Stiebraugu briketes	Stiebraugu granulas	Niedres	Saulespuķu čaumalu granulas	Koka skaidu granulas	Kūdras granulas
Sastāvs	100% dabīga biomasa	100% dabīga biomasa				100% dabīga biomasa
Siltumspēja	16,5 – 17,5 MJ/kg	17,5 – 19,5 MJ/kg	17,19 MJ/kg	20,16 MJ/kg	18,07 MJ/kg	16,7 – 18,0 MJ/kg
Mitrums	15%	10%	9,85%	8,22%	7,70%	12 – 16%
Tilpumbūvums	400 kg/m ³	610,7 kg/m ³	237 kg/m ³	639 kg/m ³	649 kg/m ³	650 – 750 kg/m ³
Pelni	2 – 4%	1,5 – 3%	2,6%	5,14%	0,43%	1 – 5%



72. att. Briekšu pārbaudes iekārtas kopsalikuma rasējums.

Briekšu pārbaudes iekārta sastāv no septiņām oriģinālām detaļām un vienpadsmit standartizētām detaļām, kas ir uzskaitītas zemāk dotajā specifikācijā.



73. att. Briekšu pārbaudes iekārtas specifikācija

19. NOTURĪBAS PĒTĪJUMI DAŽĀDU MAISĪJUMU GRANULĀM, BRIKETĒM

Noturības pētījuma mērķis: Eksperimentāli noteikt dažāda blīvuma brikešu sagraušanas maksimālos spēkus.

Brikešu kvalitātes savstarpējai salīdzināšanai veikts brikešu sagraušanas tests. Izmantojot šo testu, tiek noteikts maksimālais spēks, kādu briete spēj izturēt neizjūkot, ja tā tiek slogota radiālā virzienā. Briekšu sagraušanas spēka noteikšanai izmantota materiālu testēšanas iekārta Zwick 2.5, kura ir vadāma ar datora palīdzību.

Zwick materiālu pārbaudes mašīnas TC-FR2.5TN.D09 maksimālais slodzes spēks ir 2.5 kN. Spēka mērīšanas kļūda nepārsniedz 0.4%, pārvietojuma mērīšanas kļūda $\pm 0.1 \mu\text{m}$.

Īpatnējā sagraušanas spēka noteikšanu veic slogojot briketi spiedē perpendikulāri brieketes garenasij. Brieketes sagraušanas process redzams 74. attēlā.



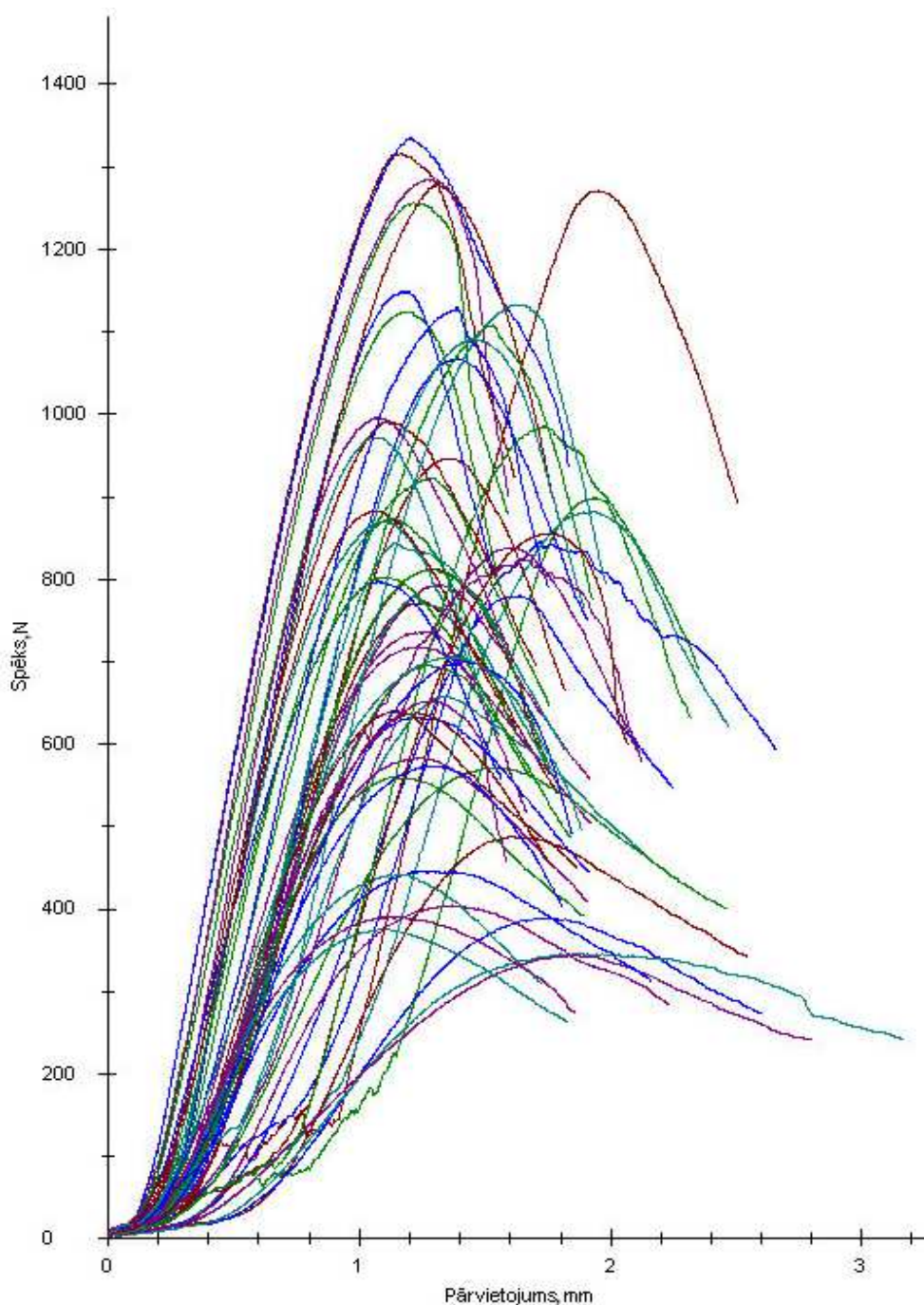
74. att. Brieketes sagraušanas process

Eksperimentu gaitā brieketes tika slogotas spiedē līdz sagraušanai. Rezultātā tika uzņemtas spēka izmaiņas līknes (75. att.). No datu tabulām tika noteiktas briekšu sagraušanas spēka maksimālās vērtības un aprēķināts vidējais sagraušanas spēks katrai paraugu izlasei.

Lai varētu salīdzināt dažāda garuma briekšu izturību, aprēķina īpatnējo sagraušanas spēku F_s pēc formulas:

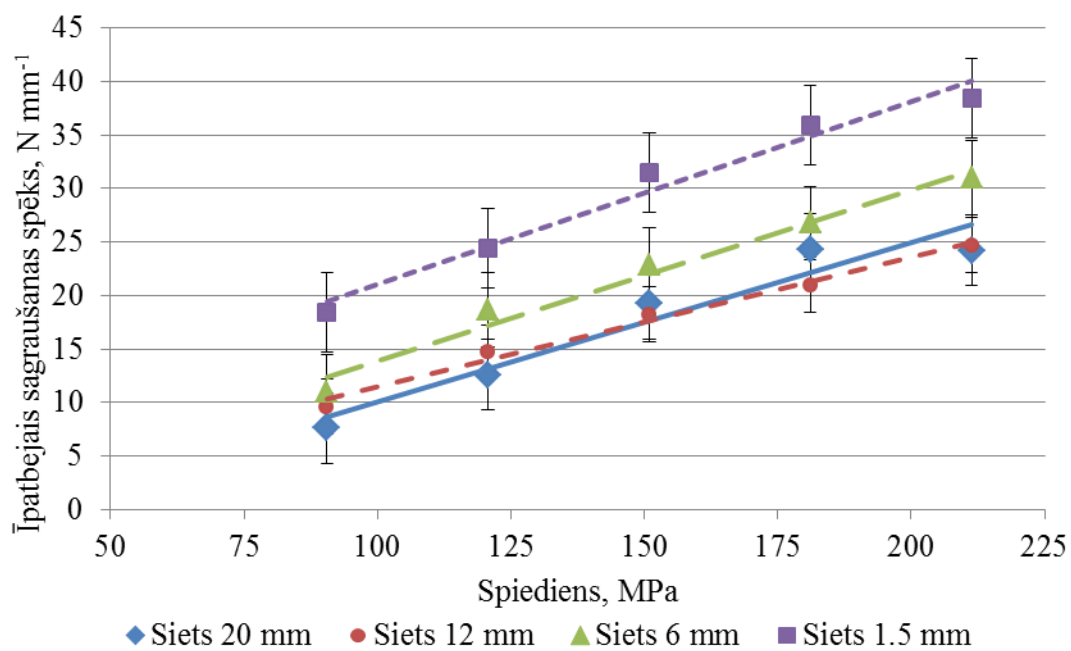
$$F_s = \frac{F}{L},$$

kur: F_s - īpatnējais sagraušanas spēks, Nmm^{-1} ;
 F - maksimālais sagraušanas spēks, N ;
 L - brieketes garums, mm .



75. att. Briekšu sagraušanas spēka izmaiņa atkarībā no pārvietojuma

Aprēķinātie īpatnējie sagraušanas spēki apkopoti grafikā (76. att.). Grafiks parāda, ka smalkākai un lielākai spiedienā presētām briketēm ir jāpieliek lielāks spēks, lai tās sagrautu. Salīdzinot, kā mainās īpatnējais sagraušanas spēks atkarībā no briketēšanas spiediena, piemēram, nīdrēm, kas smalcinātas caur 1,5 mm sietu, redzams, ka palielinot briketēšanas spiedienu no 91 MPa līdz 211 MPa īpatnējais sagraušanas spēks palielinās no $18,41 \text{ N mm}^{-1}$ līdz $38,48 \text{ N mm}^{-1}$.



76. att. Īpatnējais sagraušanas spēks dažāda smalkuma nīdrēm

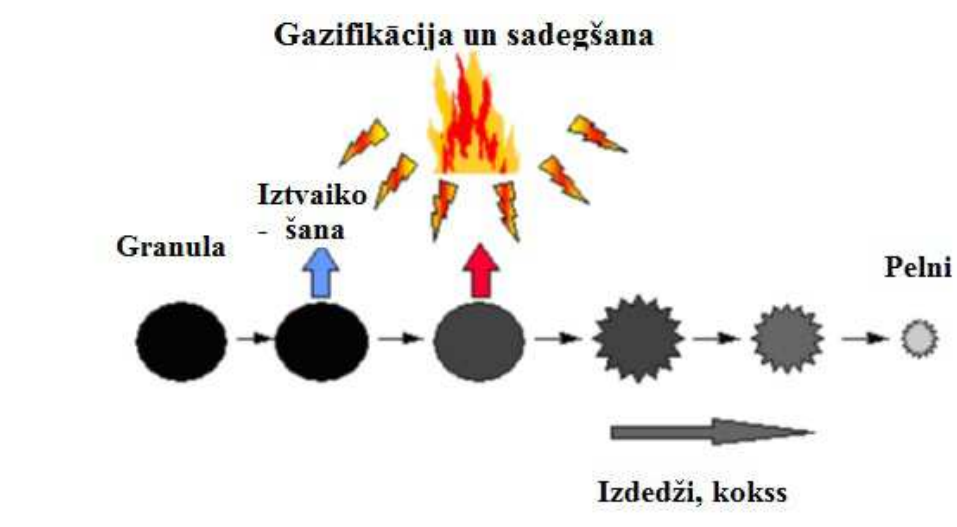
20. DEGŠANAS PROCESA TEORĒTISKĀ IZPĒTE

SADEGŠANAS FĀZES

Pamatā degšanas procesu granulām var iedalīt 4 secīgās fāzēs:

- 8) Mitruma iztvaikošana un kaltēšana;
- 9) Gazifikācija (pirolīze);
- 10) Gāzu sadegšana;
- 11) Koksa sadegšana.

Sadedzinot granulas aptuveni 80% enerģijas „atbrīvojas” gāzes formā, bet aptuveni 20% paliek koksa - izdedžos.



77. att. Granulas sadegšana.

Granula sākotnēji tiek izkaltēta, tad seko gazifikācija, kuras laikā veidojas liesma. Granulai sadegot, pāri paliek pelni.

Kaltēšana, iztvaikošana

Kad granulu porcija ar transportieri tiek padota degkamerā, kur jau notiek degšanas process, degkamas siltums tiks izmantots arī granulas mitruma iztvaicēšanai. Tā kā normālas kondīcijas granulu mitruma saturs ir mazs, šī fāze granulu degkamerās ir īsa un nākamā fāze sākas ātri.

Gazifikācija (pirolīze)

Ar turpmāku granulu sasilšanu sākas gāzu emisija. Aptuveni 270°C gazifikācija ražos siltumu nepieciešamu, lai turpinātu procesu. Līdz ar ogļūdeņradi tiek izdalīts oglekļa monoksīds (CO), ūdeņradis (H₂) un metāns (CH₄).

Gāzu sadegšana

Ja tiek nodrošināts pietiekamā daudzumā skābeklis, gāzes uzliesmos, sasniedzot aizdegšanās temperatūru. Ūdeņradis reaģēs ar skābekli un veidos ūdeni un oglekli no ogļūdeņraža oglekļa monoksīds sadegs oglekļa dioksīdā un ūdens tvaikā. Ja temperatūra nav pietiekami augsta vai nav pievadīts pietiekami daudz skābekļa sadegšanai, gāzes būs redzamas kā dūmi, kas pārveidosies liesmā, kad temperatūra vai skābekļa daudzums palielināsies.

Izdedži un kokss

Kad granulas ir emitējušas visas gāzes, atlikusī oglekļa daļiņas izdegs, izmantojot temperatūru, primāro gaisu un turbulenci. Būs atlikušas kvēlošas ogles, bet gandrīz bez liesmas. Atlikusī nesadegusī daļa ir nesadedzināmo minerālu kopums.

SADEGŠANAS TEHNOLOĢIJA

Efektīva un pilnīga sadegšana ir nepieciešamība efektīvai granulu utilizācijai kā videi draudzīgai degvielai. Bez augstas enerģijas lietderības sadegšanas procesam arī jānodrošina, ka netiek procesā veidotas videi nevēlamas vielas.

Pietiekamas sadegšanas pamati

Lai nodrošinātu pilnīgu sadegšanu, daži pamatnosacījumi ir jāievēro:

- ✓ Efektīva kurināmā jaukšana ar skābekli (gaisu), lai nodrošinātu nepieciešamo attiecību
- ✓ Jābūt siltuma starošanai no kurināmā sadegšanas kamerā uz svaigo kurināmo, lai nodrošinātu procesa nepārtrauktību.

Ir svarīgi saprast, ka gāzes sadeg kā liesmas, bet cietās daļiņas gruzdot.

Granulu un gaisa sajaukums smalcinot

Sajaucot granulas ar gaisu ir svarīgi nodrošināt labu kontaktu starp skābekli gaisa sastāvā un degošajām komponentēm kurināmajā. Jo lielāks ir kontakts, jo ātrāka un pilnvērtīgāka ir sadegšana. Ja kā kurināmo izmanto gāzi, piemēram, dabasgāzi, mikstūru un tās proporcijas ir viegli kontrolēt. Lai tāpat kontrolētu granulu degšanu, tās nepieciešams smalcināt mazās daļiņās (miltveida). Šīs daļiņas sekos gaisa plūsmai savas mazās masas dēļ.

Gaisa pārpilnība

Tātad sadegšanai nepieciešams konkrēts daudzums skābekļa. Stehiometriskā sadegšanā (viss kurināmais tiek sadedzināts pilnībā), pievadītais gaiss apzīmēts ar (λ) vienāds ar 1. Pievadot vairāk gaisa, attiecīgi vairāk tas tiks novadīts ar dūmgāzēm un pieaugs λ vērtība.

Tipiskās gaisa pārpilnības vērtības

	Pārpilnības koeficients
Krāsns, kamīns, (atvērta tipa)	>3
Cietā kurināmā krāsns	2,1-2,3
Šķeldas, skaidu degkamas	1,4-1,6
Lielas jaudas granulu degkamas	1,2-1,3
Lielas jaudas koksnes putekļu degkamas	1,1-1,2

Sadeģšanas kvalitāte

Kurināmais ietekmē sadeģšanas kvalitāti. Pilnīgā sadeģšanā tiek radīts tikai oglekļa dioksīds un ūdens. Nepareiza kurināmā, sadedzināšanas iekārtas un gaisa padeves kombinācija var izraisīt nepilnīgu sadeģšanu un nevēlamus vides efektus.

Efektīvai sadeģšanai nepieciešams:

- ✓ Augsta temperatūra
- ✓ Skābekļa pārpilnība
- ✓ Aiztures laiks
- ✓ Jaukšana

Šādā veidā veidojas zemas oglekļa monoksīda, ogļūdeņraža un poliaromātiskie ogļūdeņraži (PAH) emisijas kopā ar zema daudzuma nesadeģušo oglekli pelnos. Diemžēl šie pilnīgie nosacījumi (augsta temperatūra, gaisa pārpilnība, aiztures laiks) ir par iemeslu slāpekļa oksīdu (NO_x) izveidei.

Bez CO₂ un H₂O dūmgāzu sastāvā būs arī gaiss (O₂, N₂ un Ar) un vairāk vai mazāk nevēlami reakciju produkti, kā CO, ogļūdeņraži, PAH, NO_x un citi.

Dēļ granulu viendabīguma struktūrā ar lielu virsmas laukumu un vienmērīgu mitrumu, tām ir vieglāk uzturēt vienmērīgu, vēlamu sadeģšanu nekā koksnei, malkai vai šķeldai.

Nepieciešamā sadeģšanas temperatūra ir no 900-1000°C. Ja netiek nodrošināta pietiekami augsta temperatūra, bet temperatūra ir zema, pastāv risks ogļūdeņražu PAH izveidei, kas var bojāt veselību un radīt nepatīkamu aromātu, tādēļ jāizvairās no tās emisijas. Ilgstoša zema temperatūra var izraisīt kurtuves un dūmgāzu ceļa cauruļu koroziju.

21. DEGŠANAS EKSPERIMENTĀLIE PĒTĪJUMI DAŽĀDA VEIDA KURTUVĒS (ATGĀZU NOTEIKŠANA, SADEGŠANAS PROCESA IZPĒTE)

Sadedzinot kurināmo – granulas, briķetes, malku – dažāda veida kurtuvēs, procesu kontrolei var vadīties pēc Eiropas Savienības standarta ISO EN 303 – 5 – Apkures katli. 5. daļa: Manuālie un automātiskie cietā kurināmā apkures katli ar jaudu līdz 300kW. Terminoloģija, prasības, testēšana un marķēšana.

Kurtuvju testēšanu nepieciešams veikt ar pārbaudītu kurināmo ar stingri noteiktu mitruma daudzumu, pelnu saturu, gaistošo daļiņu daudzumu un siltumspēju.

Minimālais sadegšanas ilgumam kurtuvē jābūt 4 stundas kurtuvēm ar rokas padevi, bet 6 stundas kurtuvēm ar kurināmā automātisku padevi.

Sadedzinot kurināmo ar nominālo jaudu, emisiju robežvērtības nedrīkst pārsniegt 1. tabulā norādītās vērtības.

Izvēloties mērinstrumentus kurtuves pārbaudei, jāievēro nepieciešamās maksimālās mērīšanas kļūdas mērinstrumentiem – 5% no pieļaujamā emisijas lieluma CO, organiski saistītā oglekļa un cieto daļiņu mērījumiem. Cieto daļiņu daudzums eksperimentā jānosaka ar gravimetrisku vai elektrostātisku metodi. Iespējams izmantot arī citus instrumentus, kuru precizitāte pārsniedz doto metožu mērinstrumentus. Mērinstrumentiem jābūt novietotiem vidē ar nemainīgu temperatūru un jābūt ekspluatācijā pirms kurtuves testēšanas sākuma.

1. tabula. Emisiju robežvērtības

Padeve	Kurināmais	Nominālā jauda, kW	Emisiju limits								
			CO			Organiski saistītie oglekļi			Cietās daļiņas		
			mg/m ³ pie 10% O ₂								
			1. klase	2. klase	3. klase	1. klase	2. klase	3. klase	1. klase	2. klase	3.klase
Manuāla	biogēniskš	≤ 50	25000	8000	5000	2000	300	150	200	180	150
		> 50 līdz 150	12500	5000	2500	1500	200	100	200	180	150
		> 150 līdz 300	12500	2000	1200	1500	200	100	200	180	150
	fosilais	≤ 50	2500	8000	5000	2000	300	150	180	150	125
		> 50 līdz 150	12500	5000	2500	1500	200	100	180	150	125
		> 150 līdz 300	12500	2000	1200	1500	200	100	180	150	125
Automātiska	biogēniskš	≤ 50	15000	5000	3000	1750	200	100	200	180	150
		> 50 līdz 150	12500	4500	2500	1250	150	80	200	180	150
		> 150 līdz 300	12500	2000	1200	1250	150	80	200	180	150
	fosilais	≤ 50	15000	5000	3000	1750	200	100	180	150	125
		> 50 līdz 150	12500	4500	2500	1250	150	80	180	150	125
		> 150 līdz 300	12500	2000	1200	1250	150	80	180	150	125

22. DAŽĀDU MAISĪJUMU BIOMASAS GRANULU SILTUMSPĒJAS, PELNU KUŠANAS TEMPERATŪRAS U.C. PARAMETRU NOTEIKŠANA

SALMU ĶĪMISKĀ SASTĀVA UN DEGŠANAS ĪPAŠĪBU NOVĒRTĒJUMS

Salmu izmantošana siltumu ražošanai nav ierasta lieta Latvijā. Pirmie izmēģinājumi sākti 1999. gadā ar Dānijas valdības atbalstu. Un nav tik vienkārši: salmi ir relatīvi mitri un ar lielu tilpumu, kas vismaz 10-20 reižu pārsniedz akmeņogļu tilpumu. Salmiem sadegot rodas 70% emitēto hloru saturošu gāzu. Lai neitralizētu gaistošos savienojumus, jāizmanto speciāli degļi un kurtuves un jā rūpējas par pienācīgu dūmgāzu attīrīšanas sistēmu un izkliedi pietiekamā augstumā. Taču labā ziņa ir tā, pelni, kas radušies no salmiem, ir labs nātriju saturošs mēslojums.

Internetā pieejamā informācija par labību salmu izmantošanu siltumenerģijas ieguvei raksturo galvenās problēmas dedzināšanas procesā. Galvenokārt tās saistītas ar pelnu daudzumu, dūmgāzu sastāvu un pelnu kušanas temperatūru. Salīdzinājumā ar kokskaidu briķešu un granulu parametriem, labību salmu granulu parametri ir ievērojami sliktāki. Tiek atzīmētas arī galvenās problēmas, kas saistītas ar salmu dedzināšanu:

- ✓ augsts pelnu saturs (līdz 10 reizēm lielāks par pelnu saturu koksnei),
- ✓ zema pelnu kušanas temperatūra,
- ✓ palielināts sēra un hlora saturs,
- ✓ daudz sīku daļiņu dūmgāzēs,
- ✓ palielināts nātrija, kālija un slāpekļa saturs.

Lai uzlabotu salmu dedzināšanas kvalitāti, nepieciešams atrisināt šādas galvenās problēmas:

- ✓ pelnu saķepšana,
- ✓ korozija,
- ✓ putekļu emisija,
- ✓ slāpekļa oksīdi.

Pelnu saķepšana ir atkarīga no pelnu kušanas temperatūras. Literatūra ir samērā maz pētījumu par pelnu saķepšanas cēloņiem. Vienā no pasaules bioenerģijas kongresā prezentētajiem referātiem norādīti varbūtēji pelnu saķepšanas cēloņi [1]:

- ✓ viegli kūstošu kālija fosfātu veidošanās degšanas procesā,
- ✓ viegli kūstošu kālija silikātu veidošanās degšanas procesā.

Šo savienojumu veidošanās iespējama, ja kurināmā sastāvā ir palielināts kālija, fosfora un silīcija saturs un pazemināts kalcija saturs. Līdzīgi rezultāti publicēti Austrijā veiktajā pētījumā [2].

Efektīva metode pelnu saķepšanas novēršanā ir salmu divpakāpju sadedzināšana. Šajā gadījumā salmi vispirms tiek pakļauti zemas temperatūras pirolīzei (~700°C), kurā izdalās oglekļa monoksīds (CO), kuru sadedzina atsevišķās kurtuves kamerā augstā temperatūrā. Šādā veidā tiek nodrošināta pilnīga kurināmā sadegšana. Pirolīzes zemā temperatūra nerada pelnu kušanu un saķepšanu. Šajā gadījumā jālieto speciāli divkameru katli. Tas ļauj secināt, ka šajā jomā nepieciešami turpmākie pētījumi, lai noteiktu piemērotāko salmu ķīmisko sastāvu.

Korozijas risks. Dūmvadu un citu metāla konstrukciju koroziju rada palielinātais hlora un sēra saturs dūmgāzēs, kuri pazeminātā dūmgāzu temperatūrā veido sālskābes un sērskābes tvaikus. Literatūrā minētas vairākas metodes korozijas samazināšanai:

- ✓ kaļķu pievienošana kurināmajam (līdz 2%),
- ✓ dzeramās sodas pievienošana kurināmajam.

Šīs metodes ļauj samazināt S un Cl kaitīgo ietekmi aptuveni par 30% [3]. Diemžēl šajā gadījumā palielinās oglekļa oksīda (CO) saturs dūmgāzēs un pelnu saturs (ja pievieno kaļķi). Labāku efektu iegūst, ja dzeramo sodu ievada aiz sadegšanas zonas izplūstošajās dūmgāzēs. Šajā gadījumā CO saturs nedaudz samazinās un ievērojami samazinās slāpekļa oksīdu saturs dūmgāzēs.

Ziemāju salmu oglekļa, ūdeņraža, skābekļa, sēra un hlora saturs un siltumspējas

Pētījumos tika noteikts vairāku Latvijā audzētu ziemāju salmu ķīmiskais sastāvs un degšanas parametri – siltumspēja, pelnu saturs un pelnu kušanas temperatūra.

Visām pētītajām graudaugu sugām oglekļa saturs salmos ir maz atšķirīgs starp šķirnēm. Rudziem oglekļa saturs salmos ir no 47.22 – 47.68%, tritikālei – 46.65 – 47.45% un ziemas kviešiem – 46.87 – 47.40%. (1. tabula).

Ūdeņraža saturs visām ziemāju graudaugu sugu salmos vislielākais ūdeņraža saturs ir tritikālei (5.59–5.83%), pēc tam rudziem (5.60 – 5.65%) un ziemas kviešiem (5.44 – 5.58%).

Izmēģinājumā sēra saturs vismazākais ir ziemas kviešiem (0.22 – 0.27%), seko tritikālei (0.25 – 0.29%) un rudzu salmi (0.15 – 0.21%) .

1. tabula

Ziemāju labību salmu oglekļa, ūdeņraža, sēra, hlora un skābekļa saturs

Suga	Šķirnes	C,%	H,%	S, %	Cl,%	O, %
Rudzi	<i>Kaupo</i>	47.37	5.62	0.15	0.124	43.93
	<i>Matador</i>	47.68	5.65	0.17	0.118	44.08
	<i>Walet</i>	47.49	5.64	0.17	0.126	45.27
	<i>Diankowskie Diament</i>	47.32	5.63	0.19	0.127	44.09
	<i>Evola</i>	47.22	5.60	0.21	0.181	43.43
	<i>Conduct</i>	47.37	5.65	0.18	0.124	39.79
Tritikāle	<i>Folmoro</i>	47.45	5.77	0.18	0.124	44.92
	<i>Dinaro</i>	46.65	5.71	0.15	0.126	45.12
	<i>9825-39</i>	47.18	5.83	0.13	0.073	44.50
	<i>9915-147</i>	47.22	5.59	0.17	0.162	45.30
Z. kvieši	<i>SW Maxi</i>	47.13	5.56	0.18	0.079	44.26
	<i>Gunbo</i>	46.87	5.44	0.14	0.153	44.39
	<i>Moda</i>	47.40	5.53	0.17	0.203	44.99
	<i>Stende 96-58</i>	47.06	5.54	0.13	0.090	43.41
	<i>Stende99-115</i>	47.24	5.58	0.10	0.115	43.65

Hlora saturs salmos ir robežās no 0.073 līdz 0.203%. Pēc iegūtajiem datiem visaugstākais hlora saturs salmos ir ziemas kviešu šķirnei ‘Moda’ (0.203%), rudzu – ‘Evola’ (0.181%) un tritikāles līnijai 9915-147 (0.162%).

Skābekļa saturs salmos ir atšķirīgs starp sugām un šķirnēm –visaugstākais - tritikālei – vidēji 44.96%.

Novērtējot ziemāju labību salmu siltumspējas, tika konstatēts, ka salmu zemākā siltumspēja ir robežās no 14647 līdz 14813 kJ kg⁻¹, augstākā – 16287 – 16444 kJ kg⁻¹. (2. tabula)

2. tabula

Ziemāju labības salmu siltumspējas

Suga	Mitrums, %	Augstākā siltumspēja, MJ kg ⁻¹	Zemākā siltumspēja, MJ kg ⁻¹
Rudzi	13.67	16.4	14.8
Tritikāle	13.18	16.4	14.8
Ziemas kvieši	14.45	16.3	14.6

Kā redzams no 2. tabulas, nav būtiskas atšķirības starp ziemāju šķirņu augstāko siltumspēju. Savukārt zemākā siltumspēja ir atkarīga no mitruma satura, tāpēc izmantojot salmus, jācenšas pēc iespējas samazināt mitruma saturu kurināmajā.

Ziemāju labību salmu pelnu saturs un sastāvs

Izmantojot graudaugu salmus siltumenerģijas ieguvei, ir aktuālas vairākas problēmas, kuras ir saistītas ar graudu dedzināšanu: pelnu saturs, zema pelnu kušanas temperatūra. Tādēļ izvērtējot ziemāju labību iespēju izmantošanai apkurei, svarīgi ir atrast šķirnes, kurām ir zemākais pelnu saturs un augstākā pelnu kušanas temperatūra.

Pelnu saturs ziemāju labības salmos ir 4.0 – 5.6%. Salmos vismazākais pelnu daudzums ir rudziem – vidēji 4.6% (4.0 - 5.4%).

Ziemāju labību pelnos ir noteikti arī augu barības elementi – fosfors, kālijs, kalcījs, magnijs, nātrijs, varš, cinks un silīcijs.

Fosfora saturs salmos ir - rudziem - 0.09% (0.08 - 0.11), tritikālei – 0.08% (0.07 - 0.08) un ziemas kviešiem - 0.06% (0.04 - 0.07).

3. tabula

Augu barības elementu saturs ziemāju labību salmos

Suga	Šķirnes	Pelni, %	N, %	P, %	K, %	Ca, %	Mg, %
Rudzi	<i>Kaupo</i>	4.00	0.36	0.08	0.91	0.23	0.07
	<i>Matador</i>	4.63	0.42	0.10	1.13	0.29	0.04
	<i>Walet</i>	4.59	0.32	0.08	1.11	0.24	0.07
	<i>Diankowskie Diament</i>	4.55	0.52	0.09	0.77	0.28	0.07
	<i>Evola</i>	5.41	0.49	0.11	1.31	0.31	0.08
	<i>Conduct</i>	4.19	0.39	0.08	1.04	0.23	0.05
Tritikāle	<i>Folmoro</i>	4.42	0.34	0.08	0.85	0.23	0.10
	<i>Dinaro</i>	5.53	0.34	0.07	1.09	0.29	0.05
	<i>9825-39</i>	4.34	0.36	0.07	0.96	0.26	0.07
	<i>9915-147</i>	4.56	0.41	0.08	0.93	0.24	0.11

Ziemas kvieši	<i>SW Maxi</i>	4.79	0.41	0.07	0.70	0.24	0.10
	<i>Gunbo</i>	5.60	0.43	0.07	0.99	0.24	0.07
	<i>Moda</i>	4.43	0.36	0.07	0.90	0.23	0.07
	<i>Stende 96-58</i>	4.92	0.36	0.07	0.69	0.27	0.10
	<i>Stende 99-115</i>	4.60	0.32	0.04	0.85	0.17	0.11

Iegūtie dati rāda, ka **kālija** saturs ziemāju labību salmos ir 0.69 – 1.3%. Kālija saturs salmos starp šķirnēm ir atšķirīgs, visvairāk tas ir rudzu šķirnei 'Evola', tritikāles – 'Dinaro' un ziemas kviešu - 'Gunbo'.

Kalcija saturs salmos ir robežās no 0.17 līdz 0.31%.

Nātrijs saturs gan starp sugām, gan šķirnēm ir ļoti atšķirīgs. Vismazāk nātrijs salmos ir rudzu šķirnēm 'Kaupo' (2.1 mg kg⁻¹), 'Walet' (3.0 mg kg⁻¹) un 'Matador' (4.6 mg kg⁻¹) (3. tabula). Ir nepieciešami papildus pētījumi par šī elementa uzņemšanu augsnē.

Vara saturs salmos – 1.9-3.5 mg kg⁻¹ ziemas kviešiem; 1.6-3.0 mg kg⁻¹ rudziem un 1.1-2.0 mg kg⁻¹ tritikālei (4. tabula).

5. tabula

Nātrijs un mikroelementu saturs ziemāju labību salmos

Suga	Šķirnes	Na, mg kg⁻¹	Cu, mg kg⁻¹	Zn, mg kg⁻¹	Cd, mg kg⁻¹	Si, g kg⁻¹
Rudzi	<i>Kaupo</i>	2.1	2.0	3.4	0.4	25.4
	<i>Matador</i>	4.6	1.7	5.0	0.3	20.1
	<i>Walet</i>	3.0	2.0	3.8	0.3	21.7
	<i>Diankowskie Diament</i>	8.3	2.7	5.0	<0.1	7.2
	<i>Evola</i>	7.5	3.0	5.8	0.1	22.0
	<i>Conduct</i>	8.0	1.6	3.6	0.2	22.4
Tritikāle	<i>Folmoro</i>	9.8	2.0	4.2	0.1	13.0
	<i>Dinaro</i>	14.4	1.7	3.5	<0.1	29.3
	<i>9825-39</i>	15.9	2.0	3.1	<0.1	6.1
	<i>9915-147</i>	13.1	1.1	4.0	<0.1	12.1
Ziemas kvieši	<i>SW Maxi</i>	10.5	2.5	4.3	0.2	26.5
	<i>Gunbo</i>	9.7	2.9	5.2	0.3	28.6
	<i>Moda</i>	14.0	3.5	4.0	0.2	14.2
	<i>Stende 96-58</i>	10.8	1.9	4.7	0.1	50.1
	<i>Stende 99-115</i>	6.6	1.9	3.0	0.4	51.9

Novērtējot iegūtos rezultātus redzam, ka ziemāju salmos hlora un sēra saturs ir aptuveni vienāds un nepārsniedz 0.21%. Tas ļauj secināt, ka ziemāju salmu izmantošana siltuma ieguvei ir rekomendējama no korozijas intensitātes viedokļa. Pētot literatūras avotus esam secinājuši, ka korozijas riska samazinās, ja hlora un sēra saturs ir līdzīgs. Hlora saturs šajos salmos ir neliels, salīdzinājumā ar literatūras datiem, kur tiek uzrādīts, ka hlora saturs var sasniegt 0.7%.

Ziemāju labību pelnu kušanas temperatūra

Novērtējot ziemāju labību graudu pelnu kušanas temperatūras, redzams, ka deformācijas sākuma temperatūra ir zemāka rudzu graudiem, sasniedzot maksimālo temperatūru izplūšanas fāzē. Deformācijas sākuma temperatūra tritikālei un ziemas kviešu šķirnēm ir par 75 – 135 °C augstāka nekā rudzu šķirnēm, bet beigu izplūšanas fāzē temperatūra ir pa 50 – 160 °C zemāka nekā rudzu šķirnēm (5. tabula).

4. tabula

Ziemāju labību salmu pelnu kušanas temperatūra pēc ISO 540

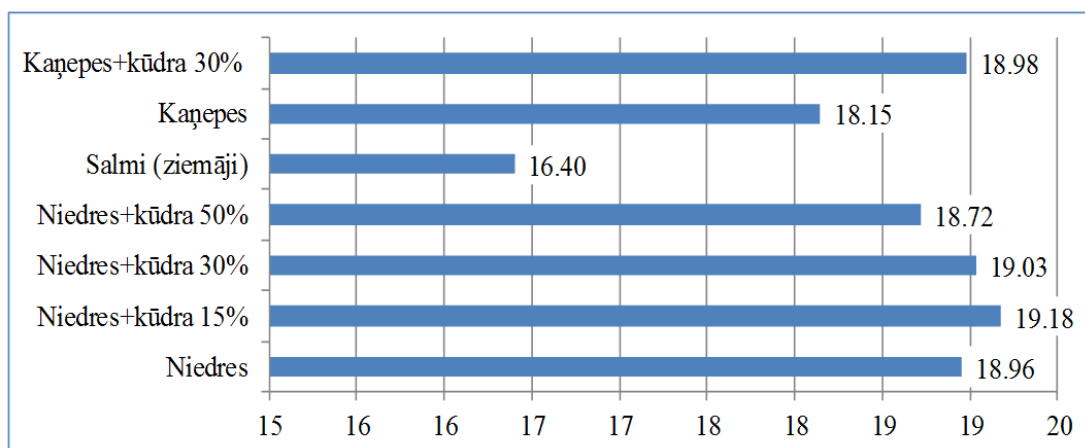
Suga	Šķirne	Pelnu kušanas temperatūra			
		Deformācijas sākums DT, °C	Sfēras veidošanās sākums ST, °C	Izplūšanas sākums HT, °C	Izplūšana FT, °C
Rudzi	<i>Kaupo</i>	950	970	980	1100
	<i>Matador</i>	870	1000	1060	1075
	<i>Walet</i>	870	890	940	1125
	<i>Diankowskie</i>	950	1060	1075	1090
	<i>Diamant</i>				
	<i>Evola</i>	960	980	990	1100
Tritikāle	<i>Conduct</i>	900	920	940	1175
	<i>Folmoro</i>	825	900	920	1125
	<i>Dinaro</i>	890	900	910	1100
	<i>9710-4</i>	840	860	900	1060
	<i>9825-39</i>	825	865	950	1100
	<i>9915-147</i>	870	890	910	1125
Z. kvieši	<i>SW Maxi</i>	930	940	950	1125
	<i>Gunbo</i>	900	920	950	1100
	<i>Moda</i>	910	950	980	1125
	<i>Stende 96-58</i>	890	920	980	1125
	<i>Stende99-115</i>	880	920	950	1175

Pelnu kušanas sākuma temperatūra ziemāju salmiem nav zemāka par 850°C. Šādu rezultātu var uzskatīt par apmierinošu.

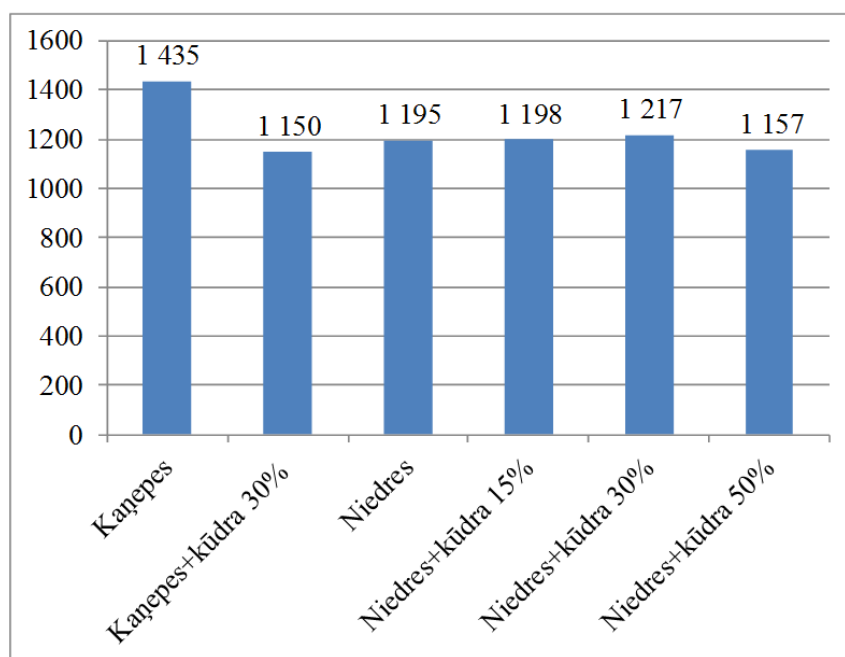
Niedru, niedru-kūdras un kaņepju kurināmā degšanas īpašības

Veicot pētījumus tika noteikti un novērtēti dažādu stiebru biomasu un to maisījumu siltumtehniskie parametri un degšanas īpašības.

Salīdzinot graudaugu salmu, niedru un kaņepju stiebru augstākās siltumspējas, redzam, ka vislielākā siltumspēja ir niedru stiebriem. Tā par 13.5% pārsniedz ziemāju salmu vidējo augstāko siltumspēju. Kaņepju siltumspēja ir nedaudz mazāka par niedru siltumspēju (78. att.).



78. att. Stiebru biomasu un to maisījumu augstākā siltumspēja



79. att. Biokurināmā pelnu kušanas sākuma deformācijas punkta temperatūra

Pievienojot niedrēm 15% kūdras, augstākā siltumspēja nedaudz palielinās, bet, palielinot kūdras daudzumu, siltumspēja samazinās. Pievienojot kūdru kaņepēm, siltumspēja pieaug.

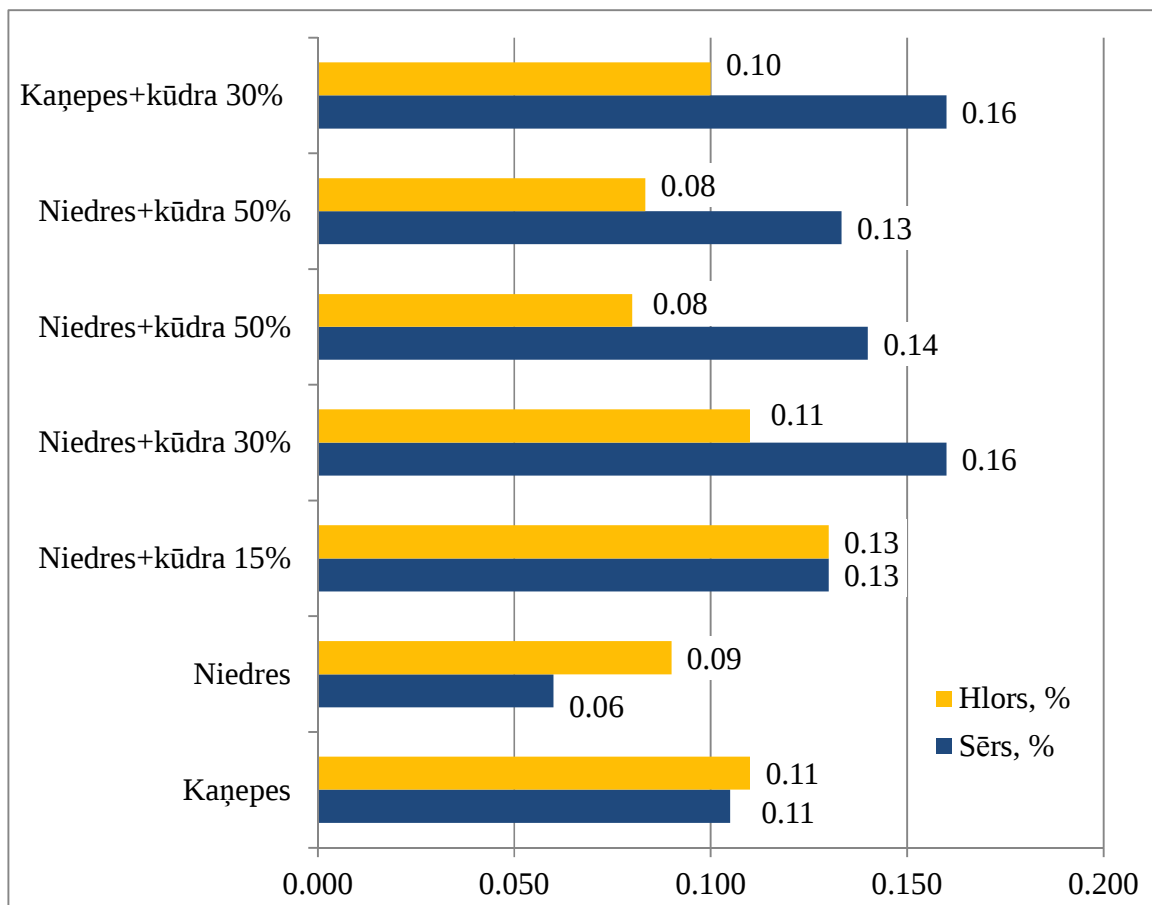
Novērtējot kurināmā siltumspējas izmaiņu kūdras piedevu ietekmē, redzam, ka siltumspējas izmaiņa nepārsniedz 5.4%. Ņemot vērā mērījumu kļūdu un materiāla nehomogenitāti, secinām, ka biomasu maisījumu augstākās siltumspējas izmaiņa nav būtiska.

Kurināmā izmantošanā būtiskāka ir kurināmā zemākā siltumspēja, kura būtiski ir atkarīga no biomasas mitruma.

Novērtējot niedru un niedru-kūdras maisījuma un kaņepju pelnu kušanas temperatūru redzam, ka visaugstākā pelnu konusa deformācijas sākuma temperatūra ir kaņepju stiebriem (79. att.). Tā ievērojami pārsniedz pārējo sastāvu pelnu kušanas sākuma temperatūru. No šī viedokļa kaņepju izmantošana siltumenerģijas ieguvei ir rekomendējama.

Novērtējot hlora un sēra saturu kurināmajā, redzam, ka hlora saturs nepārsniedz 0.13%, kas ir pieļaujams. Vismazākais hlora saturs konstatēts niedrēs – 0.06%. Arī sēra saturs niedrēs nepārsniedz 0.1%. Tas liecina par to, ka sadedzinot niedres, iekārtu korozijas risks ir neliels.

Pievienojot kūdru, hlora un sēra saturs palielinās, taču prevalē sēra saturs. Tas būtiski nepalielina korozijas risku. Secinām, ka novērtētie biomasu maisījumi ir ieteicami siltumenerģijas ieguvei.



80. att. Sēra un hlora saturs biomasu maisījumu pelnos

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

- 1) Interneta resurss: http://www.fwc.com/publications/tech_papers/files/TP_CFB_08_03.pdf The Role of Limestone in Preventing Agglomeration and Slagging during CFB Combustion of High-Phosphorous Fuels, Vesna Barišić Foster Wheeler – R&D Department Varkaus, Finland (skatīts 05.06.2012.).
- 2) Interneta resurss: <http://www.bios-bioenergy.at/uploads/media/Paper-Biedermann-AshRelated-2005-10-11.pdf> (skatīts 06.06.2012.) Ash-related problems during Biomass Combustion and possibilities for Sustainable Ash Utilisation, Friedrich Biederman et.al
- 3) http://www.ieabcc.nl/meetings/task32_jyvaskyla_ws_aerosols/06%20Tullin.pdf interneta resurss, skatīts 07.06.2012., Influence of increased of agrifuels on aerosol emissions - Methods to reduce Emissions from Small Scale Combustion, Claes Tullin et.al.

PATENTU IZSTRĀDE UN PIETEIKUMU SAGATAVOŠANA

Atskaites periodā iesniegti divi patentu pieteikumi.

Patenta pieteikums Nr.2

Hidraulisks kompaktēšanas mehānisms

Izgudrojuma apraksts

Izgudrojums attiecas uz kompaktēšanas mehānismiem, kurus darbina ar hidraulisko piedziņu. Ir zināms preses stieņmehānisms (patents RU 2425730), kurā preses puansons pievienots statnei ar sviru mehānismu, ko darbina hidrauliskā piedziņa. Šī mehānisma trūkums ir sviru sloojums liecē, kas palielina mehānisma gabarītus un metālietilpību.

Zināmajā hidrauliskās giljotīnas preses mehānismā (patents CH 681872 A5) puansons ir pievienots statnei izmantojot hidrocilindru un trīs stieņu pārus. Šim mehānismam ir palielināti gabarīti, kas nodrošina giljotīnas preses puansona kustības paralelītāti.

Tehniskais uzdevums, ko risina piedāvātais izgudrojums ir samazināt mehānisma gabarītus un nodrošināt puansona darbības iespēju slīpumos. Šis mērķis – funkcionālo iespēju paplašināšana, piedāvātajā izgudrojumā ir panākts starp statni un presēšanas puansonu pievienojot, simetriski ar šarnīru starpniecību, vienāda garuma locekļu pārus, kas saistīti ar hidrauliskā cilindra šarnīriem. Konkrētos izpildījumos, savienojot hidrocilindra kātu kustīgi ar locekļu pāra šarnīra tapu, caur tajā izveidotu atveri un pievienojot šai tapai ar stieņiem hidrocilindra šarnīru, panāk kompakta puansona piedziņas mehānismu.

Fig.1 parādīta piedāvātā mehānisma shēma.

Kompaktēšanas mehānisma statnei 1 un puansonam 2 ir pievienoti ar šarnīriem 3 vienāda garuma locekļu pāri 4, kas ir saistīti ar hidrocilindra 5 šarnīru 6. Konkrētos izpildījumos iespējams hidrocilindra 5 kātu 7 kustīgi savienot ar šarnīra tapu 8 caur atveri 9 un savienot šo tapu 8 izmantojot stieņus 10 ar hidrocilindra šarnīru 6. Statnei 1 ir piestiprināta presforma 11 ar kompaktējamo masu 12.

Mehānisma darbība ir sekojoša: ievirzot hidrocilindrā 5 kātu 7, gājiena beigās notiek vienāda garuma locekļu pāru 4 nostāšanās uz taisnām līnijām, kam atbilst puansona 2 pilns gājiens lejup un kompaktējamās masas 12 saspiešana presformā 11. Izbīdot kātu 7 no hidrocilindra 5 notiek puansona 2 pacelšanās un iziešana no presformas 11, ļaujot tajā iebirt kompaktējamai masai 12. Tālāk seko kāta 7 ievirzīšana hidrocilindrā 5 un darbība atkārtojas.

Piedāvātais hidrauliskais kompaktēšanas mehānisms ir ieteicams izmantošanai mobilās iekārtās, kur tā darbība var notikt puansonam darbojoties dažādos slīpumos. Kompaktēšana var tikt veikta slēgtas un arī nepārtrauktas plūsmas presformā, attiecīgi projektējot kompaktētās masas aizvākšanu un jaunas masas iepildīšanu.

Pretenzijas

1. Hidraulisks kompaktēšanas mehānisms, kurš satur hidrocilindru un stieņmehānismu un atšķiras ar to, ka, ar mērķi paplašināt mehānisma funkcionālās iespējas, starp statni un presēšanas puansonu ar šarnīru starpniecību simetriski ir pievienoti vienāda garuma locekļu pāri, kas saistīti ar hidrauliskā cilindra šarnīriem.
2. Hidraulisks kompaktēšanas mehānisms saskaņā ar 1. punktu, kurš atšķiras ar to, ka hidrocilindra kāts ir kustīgi savienots ar locekļu pāra šarnīra tapu, kurai ar stieņiem ir pievienots hidrocilindra šarnīrs.

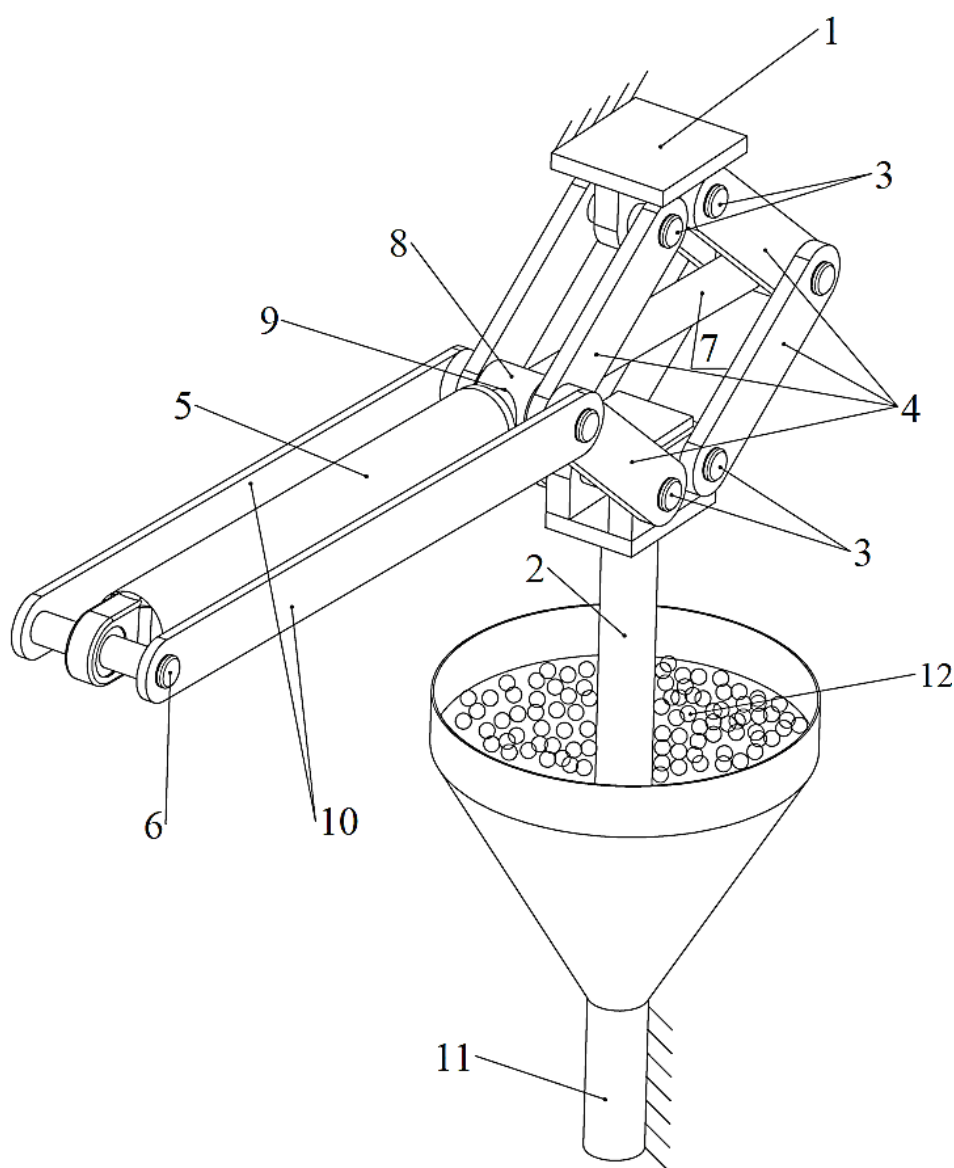


Fig.1.

Kopsavilkums

Hidraulisks kompaktēšanas mehānisms

Izgudrojums attiecas uz kompaktēšanas mehānismiem, kurus darbina ar hidraulisko piedziņu. Tā mērķis ir kompaktēšanas mehānisma funkcionālo iespēju paplašināšana, samazinot mehānisma gabarītus un nodrošinot puansona darbības iespēju slīpumos. Tas ir panākts starp statni un presēšanas puansonu pievienojot, simetriski ar šarnīru starpniecību, vienāda garuma locekļu pārus, kas saistīti ar hidrauliskā cilindra šarnīriem. Konkrētos izpildījumos, savienojot hidrocilindra kātu kustīgi ar locekļu pāra šarnīra tapu, caur tajā izveidotu atveri un pievienojot šai tapai ar stieņiem hidrocilindra šarnīru, panāk kompakta puansona piedziņas mehānismu. Piedāvātais hidrauliskais kompaktēšanas mehānisms ir ieteicams izmantošanai mobilās iekārtās, kur tā darbība var notikt puansonam darbojoties dažādos slīpumos. Kompaktēšana var tikt veikta slēgtas un arī nepārtrauktas plūsmas presformā, attiecīgi projektējot kompaktētās masas aizvākšanu un jaunas masas iepildīšanu.

Abstract

Hydraulic compacting mechanism

The invention relates to compacting machinery, powered by a hydraulic drive. Its purpose is to expand functional capacity of compacting mechanism by reducing the dimensions of the mechanism and providing possibility of punch operating at different inclination. It has been provided connecting press punch and frame via symmetrically added the pairs of equal length links connected with the hydraulic cylinder pivots. The particular use in the design of compacting mechanism is connecting the rod of hydraulic cylinder with the pivot pin through the hole in it and linking this pivot pin with the pivot pin of the hydraulic cylinder barrel by means of rod links. The proposed hydraulic compacting mechanism is recommended for use in mobile devices where is possibility of punch operating at different inclination. Compacting may be performed in a closed and the continuous flow dies.

Patenta pieteikums Nr.3

Autori:

Imants Nulle

Aivars Kaķītis

Dainis Ancāns

Mārtiņš Ozolapiņš

Virsraksts: **Birstošu masu maisītājs**

Kopsavilkums: Izgudrojums attiecas uz birstošu masu maisītājiem. Lai paplašinātu maisītāja funkcionālās iespējas, konveijeri ar izciļņiem izveidotām lentām novietoti viens virs otra noteiktā attālumā un konveijeru lentas kustas ar saskaņotiem ātrumiem, veicot dozēto masu savstarpēju sajaukšanu. Piedāvātais maisītājs ir piemērots dažādu birstošu masu samaisīšanai.

BIRSTOŠU MASU MAISĪTĀJS

Izgudrojuma apraksts

Izgudrojums attiecas uz birstošu masu maisīšanas iekārtām. Ir pazīstams birstošu materiālu maisītājs ar lentas konveijeriem, kas dozē un vienlaicīgi veido maisījumus [1]. Šīs ierīces trūkums ir tas, ka iekārtā nenotiek komponentu pilnīga sajaukšanās.

Izgudrojuma mērķis ir funkcionālo iespēju paplašināšana, nodrošinot slāņos novietoto birstošo masas daļiņu pilnīgāku samaisīšanu.

Šis mērķis ir panākts tā, ka konveijerus ar izciļņiem izveidotām lentām izvieto vienu virs otra noteiktā attālumā un to konveijeru lentas kustas ar saskaņotiem ātrumiem. Konkrētā izpildījumā maisītājs izveidots tā, ka abu konveijeru lentu izciļņi savstarpēji pārsedzas un var pārvietoties ar dažādiem ātrumiem neaizķerot viens otru.

Fig. 1 parādīts smalcinātas biomasas maisītājs. Lentas tipa konveijeri 1 un 2 ar tvertnēm 3 un lentēm 4 novietoti viens virs otra noteiktā attālumā. Konveijera lentēm izveidoti izciļņi attiecīgi 5 un 6.

Ierīces darbība ir sekojoša: konveijera 1 tvertnē esošā masa ar lentes 4 palīdzību slāņa veidā tiek noklāta uz konveijera 2 lentes 4, kur jau atrodas no konveijera 2 tvertnes 3 iznestā masa. Slāņos noguldītās masas, nokļūstot spraugā starp pirmā un otrā konveijera lentēm, to izciļņu 5 un 6 atšķirīgo ātrumu dēļ, tiek samaisītas.

Piedāvātais maisītājs ir piemērots dažādu birstošu masu samaisīšanai.

Literatūra

1. Naddeo Edouard. 2003. Weighing and mixing system for powdered and/or granulated products uses dosing hoppers on scales above moving conveyor belt. Patents Nr. FR2828559 (A1)

Pretenzija

1. Birstošu masu maisītājs, kas satur divus lentas tipa konveijerus un atšķiras ar to, ka, ar mērķi paplašināt funkcionālās iespējas, konveijeri ar izciļņiem izveidotām lentēm ir novietoti viens virs otra noteiktā attālumā un to lentes kustas ar saskaņotiem ātrumiem.
2. Smalcinātas biomasas maisītājs pēc 1. punkta, kas atšķiras ar to, ka abu konveijeru lentu izciļņi savstarpēji pārsedzas un var pārvietoties ar dažādiem ātrumiem.

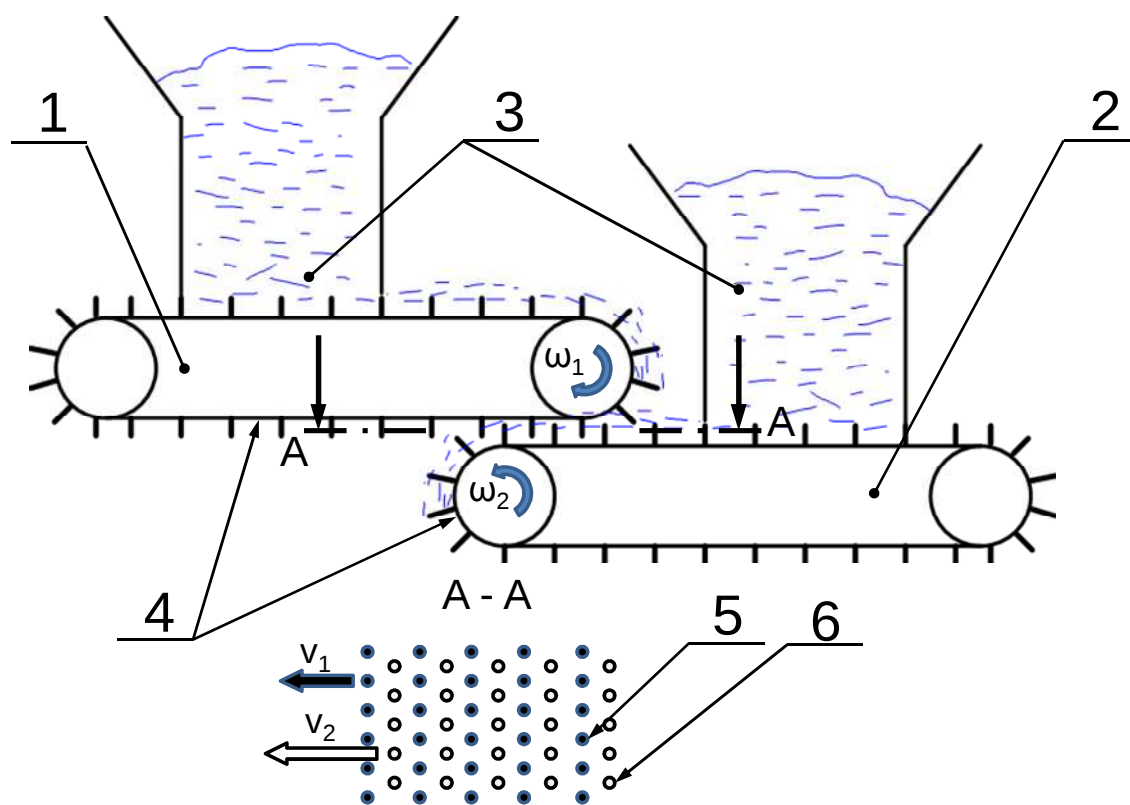


Fig. 1

Abstract

Bulk material mixer

The present invention concerns bulk material mixers. To increase functionality of bulk material mixer the conveyors with knobby belts are placed above each other in determined height and belts are moving with appropriate speeds.

The mixer is recommended for mixing different kinds of bulk materials.